

HYBRIS

-Entwicklung eines Wasserflugzeugs-

DIPLOMARBEIT VON

Denis Gombert

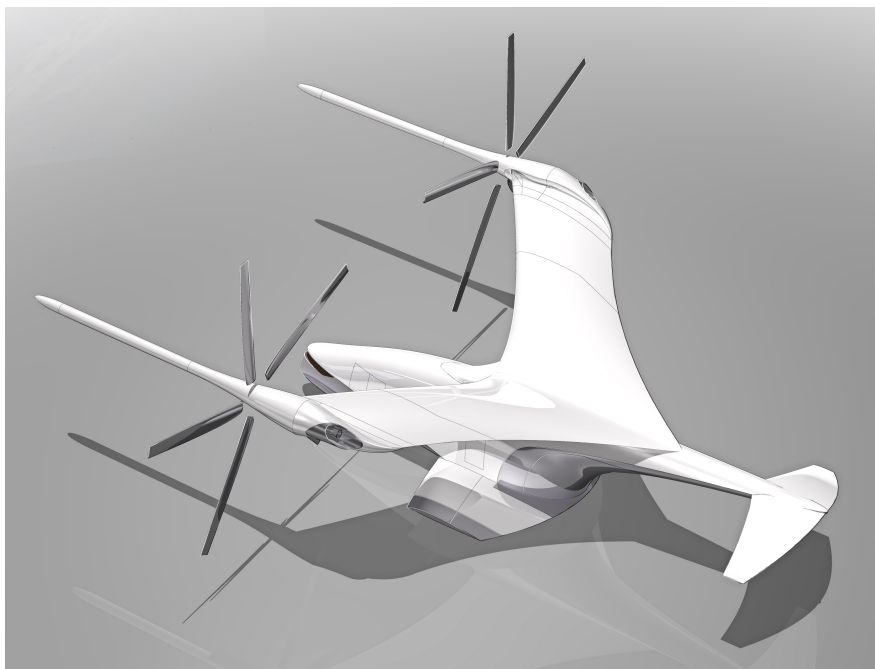
BETREUT DURCH

Prof. Lutz Fügener
Prof. Anton J. Reichel

FACHHOCHSCHULE PFORZHEIM /
TRANSPORTATION DESIGN
WINTERSEMESTER 2005/2006

Die Hybris (griechisch: Ibris - der Übermut, die Anmaßung) bezeichnet eine Selbstüberhebung, die sich rächen muss. Sie ist der Auslöser des Falls von vielen Hauptfiguren in griechischen Tragödien. Die Hauptfigur ignoriert in ihrer Überheblichkeit Befehle und Gesetze der Götter, was unvermeidlich zu ihrem Fall und Tod führt.

In der griechischen Mythologie ist Hybris eine Nymphe, die mit Zeus den Gott Pan gezeugt haben soll.



Es gibt bislang kein Fluggerät, das zugleich ohne Rollfeld auf Wasser und Land startet und landet, schwebt und weite Strecken mit annähernd Schallgeschwindigkeit fliegt und dabei große Lasten und viele Passagiere transportiert.

Daher können viele Aufgaben gar nicht erfüllt werden oder sind sehr zeit- und kostenintensiv.

Das Ziel meiner Diplomarbeit ist es, ein Konzept für ein Fluggerät zu entwickeln, das oben genannte Probleme löst. Die Erscheinung dieses Fluggerätes soll dem Betrachter zeigen, mit welchem Anspruch es erdacht wurde:

"Sei mir dienlich, flink und schön..."

INHALTSVERZEICHNIS

Research/Konzept	10
1. Was	11
2. Wo	13
3. Warum	15
4. Wie	19
5. Für wen	21
6. Bisherige Lösungen	23
7. Wunschliste/Optimierung	29
Konzeptausarbeitung	32
8. Rumpf	33
9. Tragwerk	35
10. Triebwerk	39
11. Landewerk	43
12. Neun Konzepte	45
13. Festlegung des Konzeptes	49
14. Der Clou der Hybris	51
15. Innenraum	55
Gestaltung	58
16. Sei mir dienlich, flink und schön	59
17. Von Tieren und Mythen	61
18. Zwei Materialien	63
19. Gestaltung der einzelnen Bauteile	65
20. Der zusammengefügte Rumpf	67
Skizzen	68
Hybris/ Erklärung zur eigenen Anfertigung	82
Quellennachweis	83
Dank	85

RESEARCH/KONZEPT

Es ist noch nicht sehr lange her, dass Menschen sich mit Hilfe von Maschinen auch durch die Luft bewegen können. Doch in diesem relativ kleinen Zeitraum haben Menschen überall auf der Welt die unterschiedlichsten Fluggeräte erfunden und gebaut. Sie haben dadurch Erkenntnisse gewonnen und versucht diese bei darauffolgenden Fluggeräten wieder umzusetzen. Jedem Fluggerät lag und liegt ein individuelles Konzept zu Grunde, das sich nach den Aufgaben des Fluggerätes ausrichtet. Diese Aufgaben müssen hinterfragt werden.

Auch ich habe Fragen bezüglich der Aufgaben der Hybris gestellt, um zu einem Konzept zu gelangen...

1. WAS

1.1. Was wird entworfen?

- Ein Transportmittel, das im Folgenden die "Hybris" genannt wird.

1.2. Was für eine Art des Transportmittels wird Hybris?

- Ein Vielzweck-Amphibienfluggerät¹ mit V/STOL²-Fähigkeit, welches als Antrieb zwischen Luftschraube und Strahltriebwerk auch während des Fluges wechseln kann. Der Innenraum ist variabel in Ausstattung und Nutzen.

1.3. Was sind die Eckdaten der Hybris?

- Zelle/ Avionik:
 - Stand-, Start und Landefähigkeit auf Land und Wasser
 - Flächenflugfähigkeit³
 - V/STOL- und Schwebflugfähigkeit
 - Allwetter- und Nachtflugtauglichkeit
- Leistung:
 - Höchstgeschwindigkeit: knapp unter 1000 km/h (Unterschall)
 - Mittlere Reisegeschwindigkeit: 750-800 km/h
 - Überführungsreichweite: 6000 km
 - Einsatzradius: 1000 km
 - Dienstgipfelhöhe: 6.000m (Helikopter), 10.000m (Fläche)
 - Flugdauer: max. 4 Std. (Helikopter), max. 12 Std. (Fläche)
- Maße und Gewicht:
 - Leergewicht (ohne Treibstoff): 9.000 kg - 11.000 kg
 - max. Startgewicht: 28.000 kg
 - Nutzlast: max. 9.000 kg, max. 13.000 kg (nur Fläche)
 - max. Außenmaße: > 50 m x 50 m x 10 m
 - min. Innenmaße: < 10 m x 2,5m x 2m
 - Treibstoffvorrat: 8000 L
- Besatzung/Passagiere:
 - Besatzung: min. 1, normal 2
 - max. 50 Passagiere.

¹ Als Amphibienflugzeuge bezeichnet man Fluggeräte, die auf Land und Wasser landen und starten können.

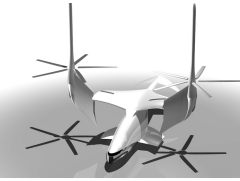



² Vertical/Short Take Off and Landing = senkrecht Starten und Landen

³ Flächenflugfähig = Auftrieb wird durch Tragfläche erzeugt

1.4. Was macht Hybris mit diesen Eigenschaften?

- Hybris schließt die Lücke zwischen kleinen, langsamen und kostenintensiven Helikoptern und unhandlichen und geschwindigkeitsabhängigen Flugzeugen, indem sie deren Vorteile (V/STOL, präzises Anfliegen, Schweben, und Ökonomie, Traglast, Geschwindigkeit) kombiniert.
- Die Kombination dieser Eigenschaften bildet Grundlage für ein sehr gutes Vielzweckfluggerät.
- Der Anspruch der Hybris ist es, ein Vielzweckfluggerät zu sein - kein Spezialflugzeug.

1.5. Was können bereits existierende, vergleichbare Fluggeräte?

Bestwert	Hybris Vielzweck-VTOL- Amphibienfluggerät	Boeing V-22 Tiltrotor	Sikorsky Ch-53 Schwertransport- Helikopter	Airbus A-400 Turboprop Transportflugzeug
				
Start: Land / Wasser / Schiff	ja / ja / ja	ja / nein / ja	ja / nein / ja	ja / nein / nein
min. Start- / Landestrecke	0 m / 0 m	0 m / 0 m	0 m / 0 m	600 m / 1000 m
Flächenflug	ja	ja	nein	ja
VTOL / STOL / Schwebflug	ja / ja / ja	ja / ja / ja	ja / ja / ja	nein / nein / nein
Allwetter- und Nachtflug	ja	ja	ja	ja
Triebwerke / Leistung	2x 6000 kW	2x 4600 kW	3x 3300 kW	4x 8300 kW
Rotor- / Propeller Ø / Blätter	2 x 18 m / 5	2 x 12 m / 3	24 m / 7	5 m / 8
max. Geschwindigkeit:	< 1000 km/h	580 km/h	315 km/h	780 km/h
mittlere Geschwindigkeit:	750 - 850 km/h	510 km/h	280 km/h	650
Reichweite:	6000 km	3900 km	1600 km	9000 km
Einsatzradius:	2000 km	400 km	890 km	4000 km
Dienstgipfelhöhe:	8.000 m (Helik), 12.000 m (Fläche)	7925 m	9000 m	11.300 m
max. Flugzeit:	4 Std. (Helik) 12 Std. (Fläche)	?	6,5	10 Std.
Treibstoffvorrat:	12.000 L	7.600 L	8.800 L	64.000 L
Leergewicht:	10.000 kg	15.032 kg	15.000 kg	70.000 kg
max. Nutzlast:	12.000 kg (VTOL) 16.000 kg (Fläche)	9.200 kg	14.500 kg	37.000 kg
max. Startgewicht:	26.000 kg (VTOL) 38.000 kg (Fläche)	21.546 kg (VTOL) 27.443 kg (Fläche)	33.300 kg	130.000 kg
Besatzung:	1-2	2	3	2
max. Passagiere:	60	24	55	120+
max. Außenmaße: L / B / H	<40 m/ 30 m/ 10 m	18 m/ 26 m/ 7 m	30 m/ 24 m/ 9 m	42 m/ 42 m/ 14 m
max. Innenmaße: L / B / H	13 m / 3 m / 2 m	?	9 m/ 2 m/ 2 m	18 m/ 4 m/ 4 m

2. Wo

2.1. Wo soll Hybris eingesetzt werden?

- In Regionen mit mittelgroßen bis großen Distanzen, geringerer Bevölkerungsdichte und einem stark unterschiedlichen Landschaftsbild. Beispiele wären Australien, nord- und südamerikanische Regionen, (z.B. Kanada), Karibik, Russland, afrikanische Regionen, im mittel- und südostasiatischen Raum, Arktis, Antarktis, Grönland, etc.
- In Regionen, in denen wenig bis keine Infrastruktur existiert, bzw. keine aufgebaut werden kann (z.B. Inselgebiete, Bergregionen).
- In Regionen, die oft wetterbedingt zeitweise nicht über Strassen erreichbar sind. Beispiele wären verschneite Pässe, überflutete, morastige Strassen.
- In Krisengebieten nach Umweltkatastrophen (Hochwasser, Erdbeben).

2.2. Wo soll Hybris nur bedingt eingesetzt werden?

- Auf Langstreckenlinienflügen ab 5.000 km (z.B. Atlantiküberquerungen).
- In dichtbesiedelten Regionen wird die Hybris nur peripher ihre Effizienz ausnutzen können, da dort oft spezialisiertere Systeme bereits existieren (In jeder größeren Stadt gibt es Helikopter zu chartern). Hier wird Hybris wohl eher repräsentative und unternehmensinterne Transport-Verwendung finden. Zentraleuropa wäre solch ein Beispiel, in dem Hybris "überqualifiziert" wäre.

2.3. Wo - in welchem Gelände - soll die Hybris starten und landen können?

- Landfläche:
 - Befestigte Rollbahn
 - Behelfspiste
 - Grobes Gelände
 - Wüstengelände
- Wasserfläche:
 - Offenes Meer
 - Binnengewässer
 - Seefläche
 - Flussabschnitt
- Eisfläche und Schneefläche

2.4. Wo - in welchem Klima - soll die Hybris fliegen können?

- Die Hybris soll in allen wetterklimatischen Zonen fliegen können: polare als auch tropische.
- Starke Regenfälle, Unwetter, Stürme, polare Temperaturen, glühende Hitze dürfen den Betrieb der Hybris nicht beeinträchtigen oder gar verhindern.



3. WARUM

3.1. Warum ein Amphibienflugzeug mit V/STOL- Fähigkeit?

- Um diese Frage zu klären, sollten erst einmal folgende Überlegungen getroffen werden, als Resultat dieser Betrachtung lässt sich schnell erkennen, warum V/STOL- Fähigkeit bei Hybris Sinn ergibt.

3.2. Warum überhaupt fliegen?

- Fliegen ist bislang eine der schnellsten Fortbewegungsmethoden überhaupt, da mit steigen der Höhe weniger Hindernisse umgangen werden müssen.
- Spielt Zeit eine wichtige Rolle, bzw. ist Geschwindigkeit der wichtigste Aspekt beim Transport über größere Distanzen, ist Fliegen die ökonomischsten Fortbewegungsmethode, die bislang möglich ist.

3.3. Warum hoch fliegen?

- Im Normalfall nimmt die Anzahl der zu umgehenden Hindernisse mit steigender Höhe ab.
- Im Normalfall nimmt die Dichte der Atmosphäre mit steigender Höhe ab. Geringere Dichte bedeutet weniger Luftwiderstand, diese Eigenschaft machen sich Fluggeräte zu Nutze und fliegen so in großer Höhe ökonomischer.
 - o Unterschiedliche Antriebskonzepte bieten in unterschiedlichen Höhen Vor- und Nachteile. Pauschal und grob vereinfacht gesagt erreichen Strahltriebwerke größere Höhen und können dann ökonomischer fliegen.
- Warum nicht tief?
 - o Tiefflug ist möglich, jedoch sind dort die besagten Hindernisse zu beachten.
 - o Der Vorteil im Tiefflug liegt darin, dass keine Steigenergie verbraucht werden muss.
 - o Einen weiteren Vorteil bieten bestimmte physikalische Erscheinungen, die nur im Tiefflug erreicht werden können, wie zum Beispiel der Bodeneffekt: Fluggeräte erhalten zusätzlichen Auftrieb durch Luftmassen zwischen Erdoberfläche und Tragflächen-/Rotorunterseite.
- Warum nicht höher?
 - o "Höher" bedeutet Energie zu investieren.
 - o Ab bestimmten Höhen ist die Dichte der Atmosphäre zu gering, um Einfluss auf die Tragflächen/Rotoren zu haben. Das Fluggerät würde nicht weiter steigen können.
 - o Ein Pulsantrieb, der dieses Problem lösen könnte soll aus Effizienzgründen hier nicht betrachtet wird.

3.4. Warum langsam und schnell fliegen können?

- Unterschiedliche Geschwindigkeiten bieten Vor- und Nachteile:
 - Niedrige Geschwindigkeiten (z.B. Schweben) geben Piloten mehr Zeit zum Reagieren und erlauben so genauere Flugmanöver.
 - Hohe Geschwindigkeiten (Schallgeschwindigkeit) können Zeit einsparen, sie gehen jedoch zu Kosten der Genauigkeit.
- Einige Flugmanöver können in hoher Geschwindigkeit nicht oder nur mit Hilfsmitteln von außerhalb und hohem Energieaufwand (z.B. Fangseil, Katapultstart,...) erfolgen.
- Hybris versucht die Vorteile beider Geschwindigkeitstendenzen nutzbar zu machen, und deren Nachteile so weit wie möglich zu reduzieren.
- Warum schweben?
 - Schweben ist die langsamste Art der Fortbewegung in der Luft. Es bietet dem Piloten Zeit, die er nutzen kann, um das Fluggerät präzise auszurichten und zu bewegen.
 - Oft muss das Fluggerät seine Position halten, damit Arbeiten außerhalb des Fluggerätes erledigt werden können. Das ist bei Präzisionsarbeiten, wie zum Beispiel bei Kranarbeiten unbedingt notwendig.
 - Ein Nachteil vom Schweben ist, dass ständig Energie aufgebracht werden muss, um die Schwerkraft zu überwinden. Durch die fehlende Vorwärtsbewegung fehlen zusätzliche Auftriebskräfte, die z.B. durch Tragflächen erzeugt werden.
- Warum nicht schneller?
 - Vergleichbar mit dem "Höher" bedeutet auch "Schneller" Energie zu investieren.
 - Diese Investition steigt jedoch nicht kontinuierlich mit der erreichbaren Geschwindigkeit, sondern exponentiell. Es gilt hier ein Optimum aus Aufwand und Nutzen zu finden.
 - Der Übergang zur Überschallgeschwindigkeit bildet eine Schwelle in der Luftfahrtkonstruktion, die unproportional mehr Aufwand erfordert, als Auslegungen unterhalb dieser Geschwindigkeit. Überschallgeschwindigkeit soll aus Effizienzgründen hier nicht betrachtet werden.
- Warum nicht langsamer?
 - Langsamer als nicht bewegen geht nicht.
 - Die Möglichkeit rückwärts zu fliegen soll in geringem Maße gegeben sein.

3.5. Warum amphibisch?

- Hybris soll vielseitig einsetzbar sein und daher fast überall landen und starten können. Im Regelfall stehen dafür Rollfelder zur Verfügung. Oft gibt es jedoch Regionen, die über keine Rollfelder verfügen, stattdessen jedoch genügend Wasserfläche besitzen. Um auch in solchen Gebieten genutzt werden zu können, muss Hybris sowohl auf Land und Wasser starten und Landen können.
- Hybris fährt mittels Fahrwerk auf Land und schwimmt mittels Schwimmkörper auf Wasseroberflächen.
- Warum nicht unter Wasser?
 - Die Leistungsfähigkeit der Hybris wird dadurch nicht gesteigert.
 - Um ein luftdurchströmtes Fahrzeug komplett wasserdicht zu konstruieren sind oft ein konstruktiver Mehraufwand und zusätzliche Bauteile nötig. Dies soll aus Effizienzgründen hier nicht betrachtet werden.

3.6. Warum senkrecht starten und landen?

- Ökonomischer Start und Landeanflug bei Flugzeugen bedarf eines Rollfeldes und Platz davor und dahinter, genannt: Flugschneise. In der Flugschneise dürfen sich keine Hindernisse befinden. Oft ist das Rollfeld gar nicht vorhanden, oder zu kurz und oft steht keine freie Flugschneise zur Verfügung.
 - o Senkrecht starten und landen bedarf keines Rollfeldes und keiner Flugschneise.
 - o Grundsätzlich kann die Hybris waagerechte Starts und Landungen, wie sie bei Flugzeugen stattfinden ausführen.
- Warum nicht halbsenkrecht (STOL)?
 - o Hybris verfügt auch über diese Start- und Landeeigenschaften. STOL-Verfahren sind sehr ökonomische Start und Landemanöver, daher spricht vieles für STOL.
- Warum nicht senkrecht starten und landen?
 - o Ein Hauptnachteil von senkrechtem Starten und Landen ist, dass ein verhältnismäßig hoher Energieaufwand nötig ist, da der zusätzliche Auftrieb, den die Tragfläche im Vorwärtsflug erzeugt, fehlt.

3.7. Warum eine (aufwendige) Kombination?

- Vorab: Eine Kombination bedeutet immer ein Mehr an Aufwand und somit Kosten. Aufwand steht relativ zum dadurch erzielten Nutzen. Bei Hybris soll der Nutzen im Vordergrund stehen, der Aufwand soll als untergeordnet betrachtet werden.
 - o Anmerkung:
- *Ein Reißverschluss ist auf den ersten Blick in der Produktion und gegebenenfalls in der Verarbeitung aufwendiger, als ein Knopf. Die alltägliche praktische Anwendung ist dafür eine vielfache Vereinfachung.*
 - o Auf die Hybris angewandt könnte man sich die Frage stellen, ob es sich lohnt auf "Standardflügen" immer ein mehr an konstruktionsbedingtem Gewicht mitzutragen, als für diesen Flug mit einem spezialisiertem Flugzeug nötig ist. In vielen Fällen heißt die Antwort ja. Beispiele helfen beim Verdeutlichen:
- Was nutzt ein leichter billiger Helikopter, wenn er nicht über die benötigte Reichweite verfügt und er so langsam ist, das man mehr kostbare Zeit benötigt und später ankommt?
- Was nutzt ein Flugzeug, dass seine Fracht nicht löschen kann, weil es vor Ort nicht landen kann?
 - o Die Frage an dieser Stelle muss eher heißen: Wo lohnt eine (aufwendige) Kombination. Diese Frage ist bereits in Punkt 2.1. bis 2.4 besprochen worden.
- Warum nicht bereits bestehende Fluggeräte in Kombination benutzen?
 - o Beim Kombinieren bestehender Fluggeräte bedeutet das für Passagiere und Fracht einen Wechsel des Fluggerätes. Dies ist mit einem zusätzlichen Zeit-, Kosten- und

Energieaufwand verbunden und kann als störend empfunden werden und Nachteile verursachen, die im schlimmsten Fall Menschenleben kosten kann.

- Zusätzlich muss Personal (Piloten, Ingenieure, Wartungspersonal) auf allen unterschiedlichen Fluggerätetypen ausgebildet werden ("Typerting" genannt). Ebenso müssen für jeden verwendeten Fluggerätetyp unterschiedliche Ersatzteile angeschafft werden. Auch bedeutet jeder Start- und Landevorgang einen finanziellen Mehraufwand, der an die einzelnen Airportbetreiber in Form von Gebühren geleistet werden muss.

3.8. Warum in dieser Größe?

- Die Größe der Hybris ergibt sich aus ihrem Aufgabenfeld und dem Kundenbedarf.
- Aus 2.1 bis 2.2 geht hervor, dass Hybris bezüglich der Reisedstrecke zwar Anforderungen der Linienfliegerei auf Mittelstreckenflügen erfüllen soll, nicht jedoch auf Langstreckenflügen. Des Weiteren geht aus 2.1 hervor, dass die Anzahl der Passagiere jedoch geringer sein wird und eher im Bereich von Kurzstreckenflügen liegt.
 - Die Passagierkapazität für Kurzstreckenflüge liegt zwischen 30 und 100 Personen.
 - Die Passagierkapazität für Mittelstreckenflüge liegt zwischen 75 und 250 Personen.
- Die Prämisse der Hybris ist es ein sehr gutes Vielzweckfluggerät zu sein, daher ist das Aufgabenfeld der Hybris breit gefächert. Betrachtet man das Aufgabenfeld "Transport", wird schnell klar, dass ein geräumiger Laderaum von Vorteil ist. Der Laderaum ist für die Gesamtgröße der Hybris entscheidend.
- Warum nicht größer?
 - Aus 3.5 geht hervor, dass VTOL energiezehrend ist. Der Energieaufwand steigt überproportional zur Nutzlast. Diese kann daher nicht das Niveau herkömmlicher Mittelstreckenfluggeräte erreichen, ohne einen unsinnig hohen Verbrauch zu verursachen. Da die Nutzlast begrenzt ist, begrenzt sich automatisch auch die Passagierkapazität. Dies kommt der Hybris aber nicht ungelegen, da die Passagierzahl in den Gebieten, für die sie entwickelt wird, auf Grund der geringen Bevölkerungsdichte wohl nicht die angestrebte Passagierkapazität der Hybris von 50 Personen übersteigen wird.
- Warum nicht kleiner?
 - Die Wirtschaftlichkeit bei Fluggeräten ist ähnlich wie bei Schiffen und Autos immer größer, je mehr zeitgleich transportiert werden kann. Hybris soll mehr Platz, als bisherige Transportsysteme in den oben genannten Regionen bieten. Vor allem in Bezug auf größere Fracht, soll sie genügend Platz bieten.

4. WIE

4.1. Wie fliegt man Hybris?

- Der Flugbetrieb der Hybris lässt sich am Besten mit einer Kombination mehrerer Flugarten erklären. Es gibt verschiedene Flugarten, wie beispielsweise: Fallschirmsprung, Ultraleichtflug, Segelflug, Helikopterflug, (Trag-)Flächeflug, Überschallflug, Raumflug, Bodeneffektflug, etc.. Jede Flugart hat eigene Anforderungen an die Piloten, bedingt durch unterschiedliche Fluggerätypen und entsprechende Flugkonditionen. Das wird deutlich wenn man z.B. die Ausbildung eines Piloten für Segelflugzeuge mit der eines Astronauten vergleicht.
 - Hybris kombiniert im Flugbetrieb den motorisierten (Trag-) Flächeflug, den Rotorflug und das Landen und Starten auf Wasser. Und Sie variiert zwischen den Antrieben per Düse und Luftschraube.
 - Die Kombinationen können fließend ineinander übergehen. So kann z.B. nach einem Senkrechtstart mit Rotor während der Flugphase auf (Trag-) Flächeflug gewechselt werden. Kurze Zeit später kann von Luftschraube auf Düse gewechselt werden.
 - Die Kombinationen sind umkehrbar (Düse > Luftschraube; Luftschraube > Düse, etc.).
 - Die Anwendung der Kombination richtet sich nach Umwelt- und Flugkonditionen und den Anforderungen der Piloten. Ein Beispiel: Will der Pilot auf Grund beengter Platzverhältnisse senkrecht landen, muss er vorher den Flug verlangsamen und auf Rotorflug umstellen.
 - Der V/STOL-Flug funktioniert ausschließlich bei Flug mit Luftschraube.

5. FUER WEN

5.1. Für wen soll Hybris sein?

- Der Anwendungsbereich richtet sich nach der Einsatzart der Hybris. So entscheidet jeder Betreiber selbst, wie die Hybris angewendet werden soll.
 - o Der generelle Vorteil der Hybris liegt in ihrer Allzweck-Tauglichkeit. Ein effektives Nutzen der Hybris setzt also sinnvolles Kombinieren der Einsatzarten voraus.
- Für zivile Betreiber mit einem sehr individuellen Kundenstamm mit den unterschiedlichsten Ansprüchen und Bedürfnissen. Besonders Betreiber die auf dünnbesiedeltem, großflächigem Gebiet eine Vielzahl von Aufträgen abdecken wollen und schnell vor Ort sein müssen, können den Vorteil der Hybris nutzen, da sie großen Distanzen zwischen den einzelnen Einsatzorten ökonomisch und sehr schnell überwinden kann.
- Für Regierungen und völkerrechtliche Organisationen. Deren Nutzen wird sich auf Militär- und Katastropheneinsätze, so wie humanitäre und repräsentative Aufgaben beziehen.

5.2. Ziviler/Gewerblicher Bereich

- Personentransport:
 - o Fluglinienbetreiber
 - o Charterbetriebe
 - o Privatpersonen (VIP, Exklusiv, etc.)
 - o Tourismus/Rundflug
 - o Marketing/Werbung
- Frachttransportunternehmen:
 - o Post/Logistikbetriebe/Versorgung
 - o Seefahrt/Reedereien (Küstenpatrouille, Schiffsversorgung, etc.)
 - o Schwerlasttransportbetriebe/Sonderlösungsanbieter (Kranarbeit, etc.)
- Große Industrie/Konzerne:
 - o Führungspersonen (Geschäftsreisen, etc.)
 - o Energielieferanten/-versorger (Off-shore, Pipeline, Überwachung, etc.)
 - o Just-in-time Produzenten (Ersatzteiltransport, etc.)
- Umweltschutz/Wetterbeobachtung (Messen, Überwachen, etc.)
- Entertainment- Unternehmen
- Forschungsanstalten
- Agrarbetriebe/Forstwirtschaft

5.3. Humanitärer Einsatz:

- Medizinischer Notdienst, Such- und Rettungsdienst
- Feuerbekämpfung
- Versorgungsflug/Aufklärungs-/Beobachtungsflug

5.4. In Militärluftfahrt:

- Hoheitsdienst, Komfort und Luxustransport
- Beförderung (Fracht, Personen, etc.)
- Messen/Überwachen/Aufklären
- Such-/Rettungs-/Katastropheneinsatz

5.5. Anwendungsbeispiel:

- Ein Betreiber im karibischen Raum benutzt Hybris zur Hauptsaison für den Personentransport von Touristen, die überwiegend kurze Strecken von Insel zu Insel fliegen wollen und auch gerne momentan in der Luft schweben wollen, um einen besonderen Anblick zu genießen. In der Nebensaison benutzt er die Hybris vorwiegend für den Gütertransport über große Distanzen. Auf Grund einer tragischen Umweltkatastrophe, stellt er der betroffenen Regierung/ Hilfsorganisation Hybris für humanitäre Einsätze zeitlich befristet gegen Entgelt zur Verfügung.

6. BISHERIGE LOESUNGEN

6.1. Fluggerät:

- Bei bisherigen Lösungen der Fluggeräte handelt es sich vorwiegend um bestimmte, außergewöhnliche Fluggerätetypen, die sich ebenfalls wieder unterteilen lassen in:
 - Flugboote / Wasserflugzeuge
 - V/STOL-Flugzeuge
 - Helikopter
 - Linien- und Transportflugzeuge
 - Bodeneffektfahrzeuge (Ekanoplanel)

6.2. Flugboote / Wasserflugzeuge:

- Flugboote / Wasserflugzeuge sind motorangetriebene Fluggeräte, die für Start und Landung auf Wasserflächen konstruiert sind. Flugboote und Wasserflugzeuge hatten in der Anfangszeit statt Fahrwerken, angesetzte Schwimmkörper unter den Tragflächen oder verfügten über einen bootsförmigen Rumpf, der sich durch seine Form schon bei geringer Geschwindigkeit aus dem Wasser hebt. Bei Stillstand schützt er das Flugzeug vor dem Kentern. Besonders zu Beginn der Luftfahrt, als Rollfelder meist kurze Wiesenabschnitte waren, boten Wasseroberflächen oft bessere Start- und Landemöglichkeiten für Flächenfluggeräte, vor allem für größere Fluggeräte, die mehr Platz zum Beschleunigen und Abbremsen brauchten. In den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts erhielten Wasserflugzeuge zusätzlich Fahrwerke, die später automatisch im Rumpf versenkt werden konnten. Dadurch konnten Flugboote auch auf befestigten Pisten starten und landen. Es waren dann aber keine reinen Flugboote / Wasserflugzeuge mehr, sondern Amphibienflugzeuge.



- Anmerkung:

Wasserflugzeug ist nicht mit Löschflugzeug zu verwechseln.

6.3. V/STOL-Flugzeuge:

- V/STOL, eigentlich VTOL und/oder STOL bedeutet "Vertical Take Off and Landing", bzw. "Short Take Off and Landing", zu deutsch: "Vertikales Starten und Landen", bzw. "Kurzes Starten und Landen". Der Vorteil liegt hierbei im Verzicht auf Rollfelder, der Nachteil liegt meistens in einem höheren Verbrauch. Die ersten VTOL-Fluggeräte waren Ballons. Da diese aber kaum gelenkt werden konnten, waren sie nur sehr begrenzt einsetzbar. Steuerbare Zeppeline waren schon vielseitiger einsetzbar, aber immer noch zu langsam und zu groß. Erst Anfang der 40er Jahre entstanden die ersten "Senkrechtstarter", die nur durch ihre eigene Motorkraft ohne zusätzliche Tragflächen vom Boden abheben konnten. Mit Einführung des Rotors war der Hubschrauber/Helikopter geboren. Etwa zeitgleich mit ihm die (bemannte) Rakete. Nach dem 2. Weltkrieg wurden Strahltriebwerk- und Propellerflugzeuge so entwickelt, dass sie senkrecht starten und landen konnten. Ihnen gab man den Namen VTOL-Flugzeuge.

HAWKER SIDDELEY HARRIER



- Anmerkung:
 - Bereits Leonardo DaVinci hatte einen senkrecht startenden Flugapparat mit Luftschraube erdacht und sogar gebaut, er flog aber nicht.
 - Raketen sind keine Erfindung des 2000. Jahrhunderts, sie wurden schon frühzeitig, zum Beispiel als Feuerwerkskörper gebaut. Menschen konnten sie jedoch erst später als Transportmittel nutzen.

6.4. Helikopter:

- Helikopter verfügen im Allgemeinen, zusätzlich zu V/STOL-Fähigkeiten, über hervorragende Schwebflugfähigkeiten, was ihre Leistungsfähigkeit und Anwendbarkeit noch zusätzlich steigert. Der Nachteil des Helikopters ist seine begrenzte Reichweite und seine geringe Geschwindigkeit, bei relativ hohem Verbrauch.

MIL Mi 26 (HALO)



6.5. Linien- und Transportflugzeuge:

Passagiere und Fracht werden in der Regel mit Flächenfluggeräten transportiert, die mit Propeller und/oder Düse, heute meistens durch Strahltriebwerke angetrieben werden. Die Vorteile von sogenannten Linien- bzw. Transportmaschinen liegt in ihrer hohen Effizienz. Turbinengetriebene Versionen mit Düse (Jets) sind schnell (meist kurz unter Schallgeschwindigkeit) und können in großer Höhe fliegen, was bei langen Strecken dem Verbrauch zu gute kommen kann. Strahltriebwerkgetriebene Versionen mit Propeller (Turboprops) erreichen weniger Endgeschwindigkeit, verfügen aber über bessere Flugeigenschaften bei niedrigen Geschwindigkeiten und sind dadurch wendiger. Der Nachteil ist bei beiden Versionen Abhängigkeit von Rollfeldern, wobei Turboprops im Allgemeinen weniger Rollfeld brauchen.

LOOKHEED MARTIN C5 (GALAXY)



6.6. Bodeneffektfahrzeuge (Ekranoplane):

In geringer Höhe erzeugen Fluggeräte unter ihren Tragflächen und/oder Rotoren Verwirbelungen, die Eigenschaften, ähnlich von Luftkissen aufweisen. Vereinfacht gesprochen sammeln sich Luftmassen, die sich wie Rollen unter einer glatten Fläche verhalten und den Luftwiderstand herabsetzen. Dadurch können sich Fluggeräte auf diesen "Luftrollen" relativ ökonomisch und schnell fortbewegen. Fahrzeuge, die diesen Effekt ausnutzen heißen "Bodeneffektfahrzeuge" oder auch "Ekranoplane" (aus dem russischen abgeleitet). Sie sind die schnellsten bekannten Massentransportmedien in unmittelbarer Nähe zur Wasseroberfläche (die Flughöhe beträgt ungefähr die Hälfte der Spannweite) und erreichen Geschwindigkeiten von bis zu 500 km/h (bei 500 Passagieren!). Knapp oberhalb der Wasseroberfläche liegt auch das Haupteinsatzgebiet der Ekranoplane, da über Festland eine zu unregelmäßige Oberfläche vorliegt. Darin liegt der größte Nachteil von "Ekranoplanen", denn sie können nur in Bodennähe "fliegen" und kurzweilig "Sprünge" vollziehen, um Hindernisse zu "überspringen".

KM EKRAKOPLAN (KASPISCHES SEEMONSTER)



6.7. Tiltrotor

Die Idee, ein und dieselbe Luftschraube als Propeller und Rotor zu nutzen, wird „Tiltrotor“ genannt. Bereits in den 60er Jahren wurden sehr erfolgreiche Versuche mit diesen V/STOL-Fluggeräten unternommen, dennoch konnten diese Versuche lange Zeit nicht in Serien umgesetzt werden. Mit einer der Gründe war die kritische Flugphase, in dem Moment, da die Luftschraube gedreht wird und das Fluggerät sehr instabil wird. Computer können diese kritischen Momente jedoch mittlerweile sehr exakt berechnen und sehr feinfühlig die Piloten unterstützen. Der Vorteil bislang gegenüber Helikoptern ist der Geschwindigkeitszuwachs. Dieser Zuwachs ist jedoch gegenüber Turbopropmaschinen zu gering. Der Grund dafür liegt in der Luftschraube. Da diese zum einen auf „Anzug“ und nicht auf Endgeschwindigkeit ausgelegt ist, um im Helikopterflug genügend Kraft aufbringen zu können. Und zum anderen sehr groß ist für den Gebrauch als Propeller. Die Luftschraube wird in Punkt 10.4. noch genauer behandelt.

BOING MV 22 (OSPREY)



7. WUNSCHLISTE/OPTIMIERUNG

7.1. Flugzeug-Hersteller, -Betreiber und -Nutzer in Deutschland

- Im Zuge der Research- Arbeiten, habe ich Kontakte zu Flugzeug-Herstellern, -Betreibern und - Nutzern in Deutschland hergestellt, die insbesondere mit humanitären und Katastropheneinsätzen betraut sind - eben einem Teil solcher Einsätze, in denen Hybris ihr volles Potenzial entfalten könnte. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse waren für mich anfangs oft verwirrend, wurden aber durch vertiefte Gespräche immer logischer:
 - o Humanitäre und Katastropheneinsätze sind in aller Regel Ausnahmefälle und daher nicht berechenbar. Finanztechnisch bedeutet das, ein hohes finanzielles Risiko für private Betreiber von Flugzeugen für diese Einsätze. Dieses hohe Risiko schlägt sich in hohen Betriebskosten nieder und verteuert den Kauf und den Unterhalt solcher Flugzeuge. Eine Alternative bieten staatliche Einrichtungen, wie z.B. das Militär, dessen Existenz im Eintreten der größten Katastrophe überhaupt - eines Krieges - begründet ist. Die dort verwendeten Flugzeuge haben in erster Linie keinen wirtschaftlichen Grund, daher sind die Kosten hier weniger ausschlaggebend.
 - o Humanitäre und Katastropheneinsätze, die durch das Militär unterstützt werden, sind jedoch fest mit politischen Gegebenheiten verbunden und damit auch der Einsatz der darin eingesetzten Flugzeuge.

7.2. Das THW

- Das Technische Hilfswerk (THW) ist weltweit bekannt für seine Hilfsaktionen in Katastrophen- und Krisengebieten, vor allem bei der Wasserversorgung und der Wieder-Herstellung benötigter Infrastruktur. Das THW verfügt (aus Kostengründen) jedoch nicht über eigene Fluggeräte. Es benutzt gegebenenfalls staatliche (meist militärische) Maschinen, falls diese bereits im Einsatz sind. Ist dies nicht der Fall, greift das THW auf zivile Anbieter zurück.

7.3. Besuch beim Lufttransportkommando III der Bundeswehr in Münster

- Die Bundesrepublik Deutschland betreibt in Münster das Luftwaffentransportkommando III. Dieser Standort war für meine Research-Phase sehr interessant, da an diesem Standort alle Einsätze, zusammenlaufen, die im "Bundeswehrdeutsch" folgendes beinhalten:
 - o Planen, Steuern, Führen und Auswerten von Lufttransporteinsätzen im Pilotdienst für die Bundeswehr und als Sonderaufgabe für den politisch-parlamentarischen Bereich.
 - o Führen von Einsätzen der zugewiesenen Kräfte und Mittel im Rahmen des Such- und Rettungsdienstes (SAR = Search And Rescue).
- In Münster laufen alle Anfragen, die mit humanitären und Katastropheneinsätzen zu tun haben zusammen, werden geplant und koordiniert. Mindestens 4 Leute sind dort 24 Stunden im Einsatz, sie sind teilweise selbst Piloten, Ingenieure und Logistiker. Seit 1958 werden von dort internationale Hilfeinsätze, wie z.B. Die Luftbrücke von Sarajevo (1992-96), das Hochwasser in Mosambique (2000), der noch laufende Afghanistaneinsatz aber auch innerdeutsche Einsätze, wie z.B. das ICE-Zugunglück in Eschede (1998) oder das Elbe-Hochwasser (2002) koordiniert.
- Zum Einsatz kommen Helikopter, Personen- und Gütertransportflugzeuge.

- Probleme

- Bei Einsätzen im weitentfernten Ausland (z.B. Übersee) verfügen die aktuellen Fluggeräte über mangelnde Reichweite. Sie müssen bei starker Beladung viele Zwischenstops zum Tanken einlegen (= "island hopping"), da bislang auch keine Betankung im Flug möglich ist. Dies wird sich demnächst mit der Einführung neuer Transportflugzeuge (Airbus A400M) ändern. Für Auslandseinsätze werden Helikopter teilweise demontiert und gegebenenfalls zusammen mit Besatzung in Transportflugzeuge geladen, die dann wiederum auf Grund des hohen Gewichtes mehr Treibstoff verbrauchen und öfter aufgetankt werden müssen. Nachdem die Helikopter entladen sind, müssen sie wieder montiert werden. Das Transportflugzeug fliegt seinen Rückflug im ungünstigsten Fall ohne Ladung. Teilweise wird die Helikopterbesatzung separat zum Einsatzort geflogen.
- Dadurch entsteht natürlich ein immenser logistischer, technischer und personeller Aufwand, der vor allem auch sehr zeitintensiv ist - in Situationen, in denen es um Menschenleben geht ein entscheidender Faktor.
- Zudem muss jeder Start und jede Landung organisiert und finanziert werden. Auch das Risiko und der Materialverschleiß erhöhen sich dadurch unnötig.
- Der größte Helikopter der Bundeswehr (Sikorsky CH-53) hat eine Reichweite von etwas über 1600km - der Einsatzradius liegt unter 900 km. Weit entfernte Krisengebiete sind oft unerreicherbar. Auch kommende Flugzeuge wie der Airbus A400M mit größerer Reichweite (leer etwa 9.500 km) können in diesen Gebieten jedoch oft nicht landen.

- Anmerkung:

- In Europa existiert bereits ein sehr gut ausgebautes Helikopter-/Transportflugzeugsystem (alleine in Deutschland 35 Rettungshelikopter). Die oben genannten Probleme gibt es hier nicht.
- Ein großes Fluggerät kann in eng besiedeltem Raum nicht überall landen. Auch Landplätze der Krankenhäuser sind nur für kleine Helikopter ausgelegt.
- Im Falle eines Unglücks, bei dem viele Menschen ausgeflogen werden sollen, müssen verschiedene Krankenhäuser angefliegen werden, da viele Krankenhäuser nicht jede Behandlung durchführen können.

KONZEPTAUSARBEITUNG

Nun, da klar ist, was die Aufgaben der Hybris sind, soll eine Möglichkeit gefunden werden, wie sie diese Aufgaben erfüllen kann. Um an dieser Stelle weiter zu kommen, macht es Sinn, die einzelnen Bestandteile eines Fluggeräts und deren Funktion zu betrachten. Dadurch lässt sich ein Konzept herausarbeiten.

Zu diesem Konzept soll dann eine Form gefunden werden, welche die Aufgaben der Hybris unterstützt und nach außen wahrnehmbar macht..

8. RUMPF

8.1.



Die Aufgabe des Rumpfes

- Der Rumpf (Oft auch Zelle genannt) stellt beim Fluggerät die Hülle dar, die den Innenraum umgibt. Er ist die Kernbaugruppe am Fluggerät, da er den Transportraum beinhaltet und an ihm die anderen Baugruppen befestigt sind. Aus Aerodynamischen Gründen sollte er eine möglichst geringe Stirnfläche besitzen, aus ökonomischen Gründen sollte der Innenraum jedoch ausreichend groß sein. Im praktizierten Flugzeugbau bedeutet das in aller Regel einen schlauchartigen Rumpf zu bauen, da diese Bauweise das Optimum zwischen Aerodynamik und Platznutzung bietet. Für die Hybris soll der Rumpf für Unterschall-Flüge ausgelegt sein, bei Bedarf jedoch auch Außenlasten tragen können und als Auflagefläche bei Wasserlandungen dienen.
- Der Rumpf beinhaltet hauptsächlich zwei Räume:
 - o Die Kabine für die Besatzung
 - o Den Passagier-/Frachtraum

8.2.



Die Kabine für die Besatzung

- Sie beinhaltet die (Steuer-)Instrumente, die für das Fliegen wichtig sind. In der Vergangenheit bedeutete dies oft, dass genügend Bauraum für die damals meist mechanischen Instrumente vorhanden sein musste. Mit fortschreitender Entwicklung und dem Einzug von Elektronik ist dieser Bedarf zurückgegangen (Auf Grund der gestiegenen Anforderungen hat die Zahl der benötigten Instrumente jedoch zugenommen, so dass dieses Mehr an Platz praktisch jedoch wieder verloren gegangen ist). Die Kabine muss den Piloten auch die Möglichkeit geben, sich zu orientieren und Sicht nach Außen bieten. Beim schnellen geradeaus Fliegen, wie es bei Flächefluggeräten üblich ist, ist die Sicht nach vorne wichtig, Sicht nach hinten ist für den Flugbetrieb oft untergeordnet (Ausnahmen, wie z.B. Kampffjets sollen nicht berücksichtigt werden). Bei Helikoptern verhält es sich anders, da diese auch über die Fähigkeit verfügen seitlich und sogar rückwärts zu fliegen. Hier ist eine gute Rundumsicht von Vorteil. Meistens liegt die Kabine daher am vorderen Rumpf-Ende. Hybris ist auf den Betrieb durch 2 Piloten ausgelegt, Flugbegleitpersonal (Stewards, Lademeister, etc. sind in der Kabine nicht vorgesehen. Der Zugang soll primär über den Passagier-/Frachtraum erfolgen. Eventuell soll ein Notzugang für die Piloten integriert werde.

8.3.



Der Passagier-/Frachtraum

- Bei diesem Raum im Fluggerät handelt es sich um den variabelsten Innenraum. Je nach Fluggerät und dessen Einsatzzweck kann er unterschiedlich gestaltet sein und unterschiedliche Ausrüstung beinhalten. Ähnlich wie auch im PKW-Bereich gibt es hier die Möglichkeit das selbe Vehikel in einem breiten Spektrum von "spartanisch", über "praktisch" zu "speziell Zweck gebunden" anzubieten. Je nach Anwendungsart muss also viel Platz angeboten werden ("Cargotransporte", "Economy-Class"), eine Spezielle Ausrüstung installiert sein ("MedEvac", "Fliegender Kran"), eine luxuriöse Innenausstattung angeboten werden ("VIP-Transport", "Firmenjet") oder einfach nur eine sehr stark auf die Funktion reduzierte und belastbare Grundausstattung nutzbar sein (Militär). Mit der Hybris sollen bis zu 50 Personen oder 13 Tonnen Fracht transportiert

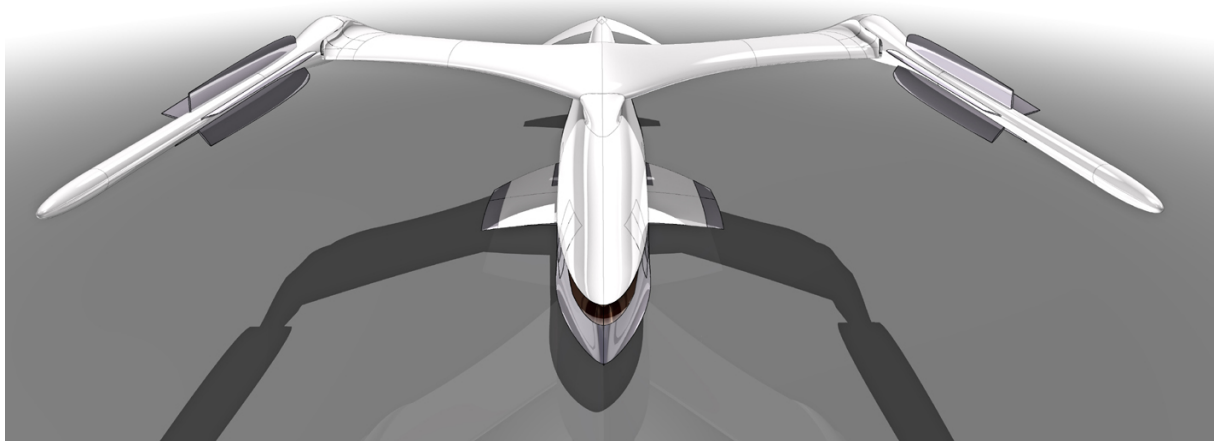
werden können. Für den Innenraum ist daher eine Größe von 13m x3m x 2m als Minimum vorgesehen. Für Cargotransporte ist dies jedoch schon zu flach. Daher sind für die Deckenhöhe eher Werte zwischen 3,50m und 4,50m wünschenswert. Der Ein- und Ausstieg zur Hybris soll über diesen Raum seitlich am vorderen Ende und im hinteren Drittel stattfinden. Am Heck soll eine große Ladeöffnung vorhanden sein, durch die auch Fahrzeuge über eine Rampe in die Hybris fahren können.

8.4.



Die Zugangsmöglichkeiten

- Hybris ist als Vielzweck-Amphibienfluggerät angedacht. Daher muss sie über Zugangsmöglichkeiten verfügen, die vielen Anwendungszwecken genügen und den Betrieb auf Wasser, als auch auf festem Grund ermöglichen. Beim Betrieb auf Wasser muss also ein Einlaufen von Wasser vermieden werden. Auch große Frachtstücke sollen geladen werden können. Daher sind bei den Ladeöffnungen standardisierte Maße zu berücksichtigen (Fahrzeugbreiten und -Höhen).
- Für die Piloten ist ein separates Einsteigen durch eine Seitenluke vorgesehen. Für die Piloten ist zusätzlich ein "Zero-Zero-Schleudersitz-System"⁴ vorgesehen. Es muss beachtet werden, dass dieses auch beim Rotorflug die Piloten sicher aus dem Cockpit schleudern kann.
- Das Ein- und Aussteigen für Passagiere soll auf beiden Seiten möglich sein. Beim Betrieb auf der Wasseroberfläche soll ein Erreichen des Ufers mit trockenen Fußes möglich sein.
- Schwere und große Frachtstücke sollen durch das größte vorhandene Tor am Heck verladen werden. Ein integriertes Kransystem hilft beim Verladen mittelgroßer Fracht.



⁴ Ein von Martin-Baker für Militärjets entwickeltes Schleudersitzsystem das bereits nach 0,30 Sekunden (daher „zero - zero“) nach Aktivierung den Piloten aus der Kanzel schleudert

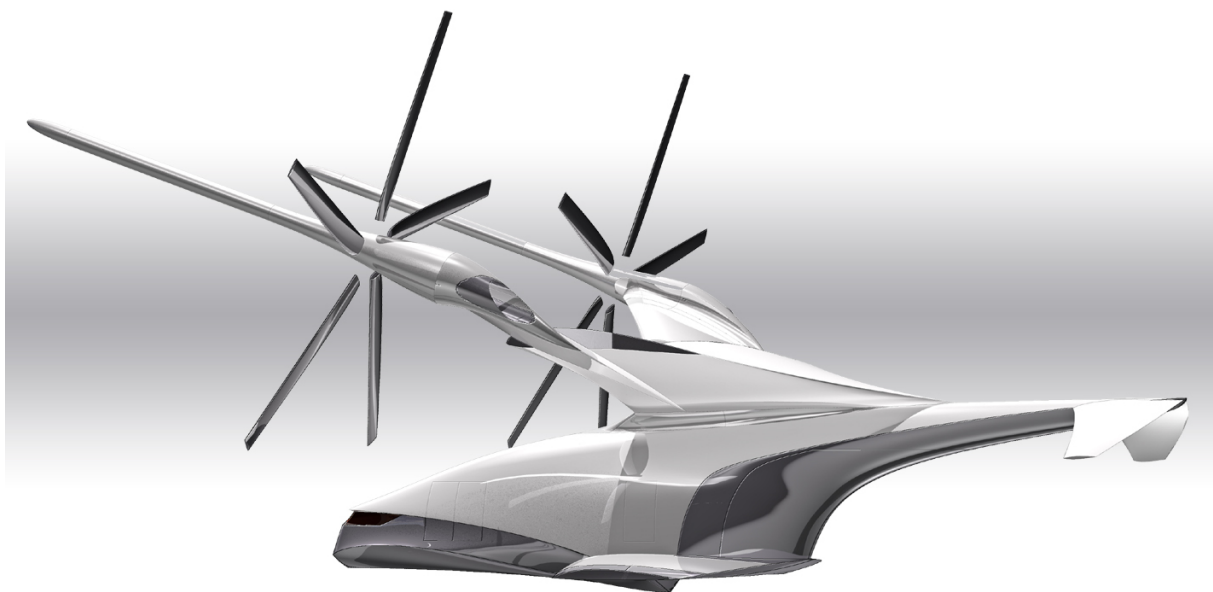
9. TRAGWERK

9.1.



Die Aufgabe des Tragwerks

- Das Tragwerk ist generell die Baugruppe eines Fluggerätes, das für Auftrieb und Steuerung sorgt. Im Prinzip geht es bei Tragwerken darum, durch entsprechende Formgebung und Bewegung durch die Atmosphäre unterschiedliche Druckverhältnisse zu erzeugen. Für verschiedene Flugaufgaben gibt es unterschiedliche Tragwerke. Begriffe wie: Höhenruder, Querruder, Seitenruder, Landeklappen, Luftbremse, Trimmungsklappen dürfte jeder schon einmal gehört haben. Im Regelfall werden Tragwerke heute so ausgelegt, dass ein Tragwerk auch andere beinhalten und/oder kombinieren kann. Es gibt starre Tragwerke, meist Tragfläche oder Flügel genannt, oder aber auch bewegte, Rotor genannt (der Rotor ist ein Sonderfall, da er auch zeitgleich für den Antrieb sorgt).
- Verschiedene Tragwerke (Tragwerksauslegungen) bieten unterschiedliche Eigenschaften, daher sollen im Folgenden unterschiedliche Tragwerke betrachtet werden:
 - Gerader Flügel
 - Deltaflügel
 - V-Flügel
 - Entenflügel
 - Schwenkflügel
 - Knickflügel
 - Rotor
- Die Anbringung des Tragwerks am Rumpf bezüglich der Anbringungshöhe ist grob unterteilbar in:
 - Hochdecker (Tragfläche über Trägern auf dem Rumpf befestigt)
 - Schulterdecker
 - Mitteldecker
 - Tiefdecker



9.2.



Gerader Flügel

- Der Gerade Flügel ist der "einfachste" seiner Gattung. Er ist relativ einfach zu berechnen und für Flüge, ohne große Anforderungen ausreichend, fast ideal. Es war daher auch der erste Flügel, der in der bemannten Luftfahrt eingesetzt wurde.

- Problematisch wird der Flügel bei Flugmanövern mit hoher Geschwindigkeit und engen Wendemanövern, bei denen das Fluggerät um die Vertikal- und Längsachse zugleich dreht. Dann treten an den Flügelspitzen mit ihren rechteckigen Profilen mehrere Verwirbelungen auf, die schnell zu Strömungsabrissen ("Stall" genannt) führen können.

9.3.



Deltaflügel

- Als nach dem 2. Weltkrieg Flugzeuge bereits Geschwindigkeiten an der Mach-Grenze erreichen konnten, mussten Flügelformen gefunden werden, die bei diesen Geschwindigkeiten auch schwierige Flugmanöver unterstützten. Zu dieser Zeit wurde der Deltaflügel berühmt. Er prägte das Bild der Ära der Strahltrieb-Jagdflugzeuge.
- Der Deltaflügel läuft zu den Flügelen nach hinten spitz aus und ist somit strömungsgünstiger, da es dort nur noch zu einem Wirbel kommt.
- Bei niedrigen Geschwindigkeiten bietet der Deltaflügel wenig Auftrieb.

9.4.



V-Flügel

- Mitte der 70er Jahre konnten Flugzeugingenieure künstliche Materialien einsetzen, die vorher nie da gewesene Möglichkeiten, im Bezug auf Belastbarkeit, boten. Der V-Flügel bietet in Sachen Wendigkeit bei hohen Geschwindigkeiten immense Vorteile, da Verwirbellungen an Tragflächenenden stark reduziert werden können. Der Nachteil des V-Flügels ist, dass er extremen Torsionskräften ausgesetzt ist: Die Flügelspitzen müssen den Großteil der Kräfte aufnehmen, da sie der Teil der Tragfläche sind, der zuerst die Luft durchschneidet.

9.5.



Entenflügel

- Beim Entenflügel befindet sich das Höhenruder vor der Tragfläche. Das verbessert die Fähigkeit von engen Steigflügen (Loops). Allerdings trifft dann stark verwirbelte Luft auf den Hauptteil der Tragfläche. Der Entenflügel wird hauptsächlich bei leichten kleinen Flugzeugen benutzt, da dort die Relation zwischen Geschwindigkeit, Größe, Gewicht und Wendigkeit für Loops und starke Steigflüge am sinnvollsten erscheint

9.6.



Schwenkflügel

- Der Schwenkflügel (auch Flächenveränderlicher Flügel genannt) ist um die Vertikalachse um einige Grad beweglich gelagert. Im eingeschwenkten Zustand nähert sich das Flügelprofil dem

des Deltaflügels, im ausgeschwenkten Zustand ähnelt er dem geraden Flügel. Je nach geflogener Geschwindigkeit wird der Flügel geschwenkt und dadurch der optimale Auftrieb erzielt.



Knickflügel

- Der Knickflügel nimmt zu den Auftriebskräften zusätzlich noch Seitenkräfte auf. Dadurch kann ein verbesserter Flug in Schräglage erreicht werden. Auch baulich kann durch einen Knickflügel Raum gewonnen werden, oder ein Schwerpunkt verschoben werden.



Rotor

- Der Rotor ist eine Kombination aus Tragwerk und Luftschaube. Man stellt sich einfach vor, dass der Flügel horizontal um das Fluggerät herumgeschleudert wird und dadurch Auftrieb erzeugt. Einfach nur Auftrieb, das Fluggerät geht vertikal nach oben. Um zu erklären, wie mit einem Rotor gesteuert wird, betrachtet man den Rotor am besten als Scheibe, die immer nur in eine Richtung will: In Vertikalrichtung nach oben. Kippt man nun die Scheibe (den Rotor) am Fluggerät nach vorne hin runter, bedeutet das "Oben" für den Rotor ein "schräg nach vorne" für das Fluggerät: Es kommt also zu einem Flug in Längsrichtung. Den Rotor (die Scheibe) kann ich in jede Richtung in gewissen Graden kippen und bekomme dadurch eine Beweglichkeit um 360°.
- Stabilisatoren sorgen zusätzlich dafür, dass Drehmomente des Rotors gesteuert und aufgehoben werden können und Rotationsbewegungen um die Vertikalachse durchgeführt werden können. Als Stabilisator können zusätzliche Luftschauben, Tragwerke oder Steuerdüsen genutzt werden.



Hochdecker

- Hochdecker haben generell den Vorteil, dass sie in Bodennähe weniger nutzbare Fläche wegnehmen.
- Außerdem sind Hochdecker weniger empfindlich gegen "FOD" - "Foreign Object Damage", also Beschädigungen durch aufgewirbelte Fremdkörper.

- o Anmerkung:
- o

Wie wichtig dieser Aspekt ist, zeigt das wohl bekannteste "FOD- Ereignis" der jüngsten Zeit, der Absturz der Concorde. Reifenteile, die auf der Runway lagen, wurden beim Start von einem Triebwerk angesaugt, und zerstörten es. Die Concorde fing Feuer, es kam zum Totalausfall: Keiner der Insassen hatte Überlebenschancen.

- Hochdecker bieten auch ein ausbalancierteres und trägeres Flugverhalten, da der Rumpf und dessen Inhalt nicht oberhalb des Tragflächenschwerpunktes balanciert werden muss, sondern sich selbst und das gesamte Fluggerät durch seine Hängeposition stabilisiert.

9.10.



Schulterdecker

- Schulterdecker haben identische Eigenschaften, wie Hochdecker, nur ist die Tragfläche nicht über Träger, sondern direkt mit der Oberseite des Rumpfes verbunden. Das ist stabiler, bringt die Tragfläche jedoch auch näher an den Boden.

9.11.



Mitteldecker

- Mitteldecker kombinieren am besten agiles und ausbalanciertes Flugverhalten, ohne dabei zu stark im Bodenbereich zu stören. Allerdings ist der Zugang zum Rumpf sehr gestört, da der Flügel dort angebracht ist. Leider muss dort auch die Zelle zusätzlich verstärkt werden, was weiteren Bauraum kostet und Gewichtseinbusen bringt.
- Besonders Jagdflugzeuge haben große Vorteile durch Mitteldeckerbauweise: Externe Waffenaufnahmen sind für das Bodenpersonal leicht zugänglich und der Rumpf ist besser gegen Beschädigung durch gegnerischen Beschuss geschützt. Zudem sind Mitteldecker für Piloten sehr übersichtlich.

9.12.



Tiefdecker

- Tiefdecker verhalten sich im Flug prinzipiell nervöser, da der Rumpf immer obenauf balanciert werden muss. Bei kleinen Tiefdeckern ist jedoch das Landewerk sehr gut unterzubringen, da es teilweise im Rumpf und in der Tragfläche untergebracht werden kann.
- Tiefdecker sind im Bodenbetrieb oft problematisch, da der Zugang zum Innenraum meist nur dort stattfinden kann, wo die Tragfläche nicht mit dem Rumpf verbunden ist. Und sie laufen zusätzlich Gefahr, durch Bodenfahrzeuge beschädigt zu werden. Für Wartungszwecke allerdings können hauptsächlich bei kleineren Fluggeräten die Tragflächen als Stehfläche und Arbeitsfläche genutzt werden.
- Im Flug ist die Sicht nach Unten stark eingeschränkt.

10. TRIEBWERK

10.1.



Die Aufgabe des Triebwerks

- Das Triebwerk bei Fluggeräten sorgt für die Bewegung und die Energieumwandlung während des Fluges. Die heutige Luftfahrt ist fast vollständig auf fossile Brennstoffe ausgelegt. Als Triebwerke werden vereinzelt noch Kolbenverbrennungsmotoren, hauptsächlich jedoch Triebwerke eingesetzt. Die durch die Motoren gewonnene Kraft wird entweder an eine Luftschraube übertragen (Propeller), oder direkt als Abgasstrahl durch eine Düse abgestrahlt (Strahltriebwerk). Kombiniert man beider verfahren, spricht man von einem "Turboprop".
- Im folgenden sollen die Motoren selbst behandelt werden:
 - o Kolbenmotor
 - o Strahltriebwerk (Jet)
- Danach das Medium mit dem, die durch den Motor gewonnene, Energie in die Gesamtbewegung umgewandelt wird:
 - o Luftschraube
 - o Düse
 - o Nachbrenner
 - o Turboprop

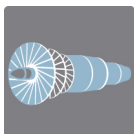
10.2.



Kolbenmotor

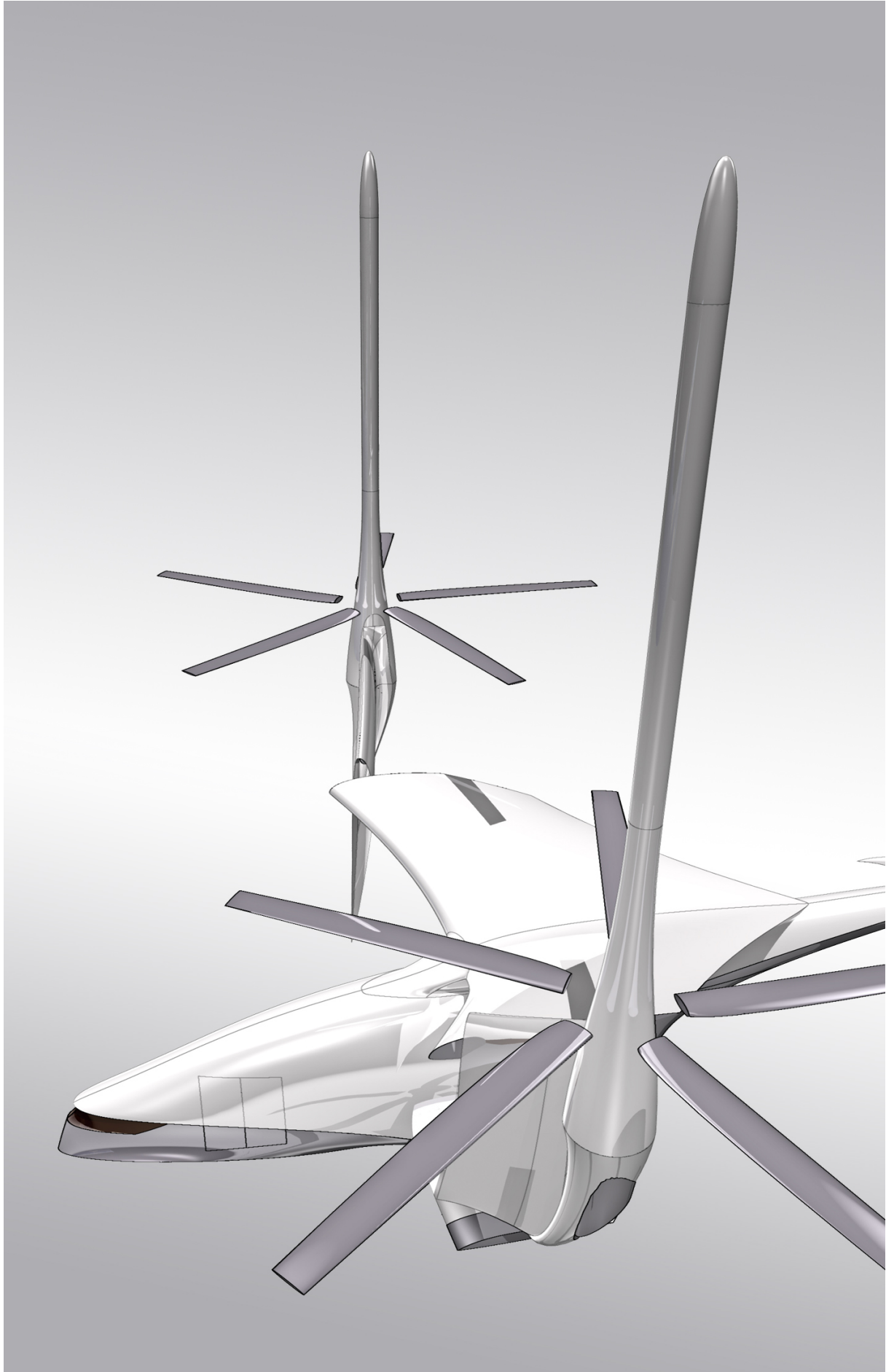
- Der Kolbenmotor hat den großen Vorteil, dass er recht einfach und günstig herzustellen ist. Bei ihm wird in einzelnen Arbeitstakten Treibstoff vergast und über den Ansaugtrakt in Brennkammern eingelassen. Diese werden dann verschlossen und das Treibstoffgemisch wird zur Explosion gebracht. Die Volumenzunahme bei dieser Explosion wird von Kolben aufgenommen. Diese bewegen sich und treiben über Pleuel eine Welle an. Der Rest der durch die Explosion gewonnenen Energie, wird mechanisch genutzt, um wieder über den Kolben das angefallene Abgas aus der Brennkammer zu entfernen. Dazu wird die Kammer zum Abgastrakt hin wieder geöffnet. Ist das Abgas entfernt, wird die Kammer wieder geschlossen und am Ansaugtrakt wieder geöffnet, um neues Gemisch einzulassen.
- Der größte Nachteil des Kolbenmotors ist, dass er einen sehr unruhigen Lauf aufweist, da eine wechselwirkende Auf- und Ab-bewegung in eine Kreisbewegung umgewandelt wird. Je mehr Energie diese Motoren liefern sollen, desto größer müssen entweder die Bauteile sein, oder die Umdrehungsgeschwindigkeit muss erhöht werden. Beides bedeutet zusätzliche Kräfte und Unwuchten, die extrem zu kosten des Materials und des Gewichts gingen. Daher ist der Kolbenmotor für größere Fluggeräte uninteressant.

10.3.



Strahltriebwerk (Jet)

Das Strahltriebwerk hat den Großen Vorteil, das keine Unwuchten bei der Energieumwandlung stattfinden. Es hat nur eine Bewegung: die gleichmäßige Drehung. Auch das Strahltriebwerk vergast und verbrennt anschließend den Treibstoff, allerdings sind die einzelnen



Verbrennungsvorgänge praktisch fließend. Ein Strahltriebwerk besitzt keine abschließbaren Kammern, sondern besteht prinzipiell aus einem Schlauch mit einer durchgehenden Welle. Es gibt nur einen Arbeitstakt, der mit Triebwerkszündung beginnt und mit Abschaltung endet: Am Anfang des Schlauches wird Luft angesaugt und im Kompressor-trakt über Kompressorschaukeln auf der Welle verdichtet und nach hinten weitergedrückt. In diese verdichtete Luft wird der Treibstoff eingespritzt und entzündet. Durch die Explosion findet eine Volumenzunahme statt. Das durch die Explosion erzeugte Volumen (eigentlich das Abgas) kann, durch den Bauraum bedingt, nur nach hinten entweichen, da von vorne ja bereits durch den Kompressor neue Luft angesaugelt wird. Das Abgas drückt also Richtung Turbine. Dort trifft es wieder auf Schaufeln. Diesmal jedoch Turbinenschaufeln, diese werden jetzt von dem Abgas angetrieben. Da sie auf der gleichen Welle liegen, wie die Kompressorschaukeln im Ansaugtrakt, treiben sie diese an und sorgen dafür, dass wieder neue Luft zur Gemischbildung genutzt werden kann. Hat das Abgas die Turbinenschaufeln passiert, trifft es gegen die Luft der Umgebung. Das Volumen am Turbinenausgang hat gegenüber dem Volumen am Lufteinlass des Strahltriebwerks jedoch stark zugenommen und es entsteht ein Überdruck. Dieser (Über-)Druck treibt das Strahltriebwerk an.

- Der Nachteil des Strahltriebwerks ist, dass es relativ teuer in Entwicklung und Wartung ist, da die einzelnen Bauteile enormen Ansprüchen gerecht werden und extremen Bedingungen Stand halten müssen. Auch das Ansprechverhalten ist bei Strahltriebwerken verzögert. Dem kann man jedoch mit Nachbrennern abhelfen. Der Nachbrenner wird jedoch in Punkt 9.6 noch genauer behandelt.
- Bei Strahltriebwerken gibt es oft die Beinamen: Turbojet und Turbofan. Die beiden Bauweisen unterscheiden sich durch ein Bauteil:
 - o Turbojets bilden die Grundlage des herkömmlichen Strahltriebwerks. Sie sind sozusagen die Basis, das einfachste Strahltriebwerk.
 - o Turbofans tragen vor den Kompressorschaukeln noch zusätzliche Schaufelblätter, deren Durchmesser größer ist als der, des restlichen Triebwerks (Turbojet). Diese Schaufelblätter sind Luftschrauben und schrauben sich durch die Umgebungsluft. Sie haben keine unterstützende Wirkung, was die Energieumwandlung im Triebwerk betrifft.

10.4.



Luftschraube

- Die Luftschraube als solche besteht aus mindestens einem Blatt, das sich auf Grund seiner Stellung und durch Drehbewegung durch die Luft "schraubt". Daher der Name ☺. Eine Luftschraube kann jedoch aus mehreren Blättern bestehen, sogar aus Blättern unterschiedlicher Gestaltung. Oft sind die einzelnen Blätter im Lot zur Längsachse drehbar, um unterschiedliche Luftdurchsatzleistungen zu erzielen, oder auch die Luftschraube auf Neutral-/ Segelstellung zu drehen. Luftschrauben können hintereinandergesetzt Luft sogar komprimieren.
- Liegen mindestens zwei Luftschrauben auf einer Welle, drehen diese aber in entgegengesetzte Richtung, spricht man von Koaxial-Luftschrauben. Koaxiale Luftschrauben haben folgenden Vorteil: Schraubt sich eine Luftschraube voran, so wird die durchwanderte Luft das erste Mal beschleunigt und erhält einen Drall in Drehrichtung der eben passierten Schraube. Wird nun diese mit Drall versehene Luft von einer Luftschraube durchwandert, die entgegengesetzt dreht, wird der Drall wieder (teilweise) aufgehoben. Die Luft wird das zweite Mal beschleunigt. Zusätzlich wird diese Luft nochmals mehr in Längsrichtung beschleunigt, da das Druckverhältnis durch die Blattstellung der zweiten Luftschraube größer geworden ist.
- Luftschrauben haben bei hohen Geschwindigkeiten einen Nachteil, der mit Zunahme des Luftschraubendurchmessers rapide wächst: Die Spitzen von Luftschrauben erfahren immer mehr Geschwindigkeit als das Zentrum. Beschleunigt man eine Luftschraube immer weiter, so erreichen die Spitzen irgendwann Überschallgeschwindigkeit. Die der Luftschraubenmitte

zulaufenden Teile der Blätter sind jedoch noch im Unterschallbereich. Bei Überschall findet ein bestimmtes Phänomen statt, bei dem sich die Druckverhältnisse umkehren. Überdruckgebiete werden zu Unterdruckgebieten und umgekehrt. Für eine Luftschraube, deren Spitze gerade Überschallgeschwindigkeit erreicht hat, bedeutet dies, dass in einem Moment ein extremer Kräftewechsel entlang des Luftschraubenblattes stattfindet. Auch moderne Luftschraubenblätter sind diesen Kräften noch nicht gewachsen, sie werden zerstört.

○ Anmerkung:

Aus diesem Grund haben Überschall-Jagdflugzeuge diese enormen Lufteinlässe: In ihnen liegen Luftklappen, welche die eintretende Luft auf Unterschallgeschwindigkeit abbremsen. Andernfalls würden die Triebwerke, die ja mit großen Drücken arbeiten, zerstört. Dies macht den Überschallflug ja auch so aufwendig, da die Fluggeräte auf eine zusätzliche Geschwindigkeit ausgelegt sein müssen.

10.5.



Düse

- Düsen gibt es nicht nur bei Triebwerken, sie haben aber alle immer die gleiche Funktion: Sie verändern die Durchlassfläche von Gasen oder Flüssigkeiten und können deren Strömungsrichtung beeinflussen. Genau das tut auch die Triebwerksdüse: Sie reguliert die Durchlassfläche des Abgasstrahls. Dadurch sorgt sie für unterschiedliche Druckverhältnisse am Turbinenausgang. Je kleiner der Düsendurchmesser, desto größer der Abgasdruck.

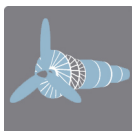
10.6.



Nachbrenner

- Der Nachbrenner ist ein Bauteil im Abgastrakt der Turbine. Hier wird Treibstoff in Reinform eingespritzt und nachträglich verbrannt, um das Druckvolumen zu erhöhen und dadurch mehr Schub zu erzeugen. Der Leistungszuwachs dadurch ist immens und erreicht nicht selten 200% der eigentlichen Leistung. Jedoch ist dadurch auch der Verbrauch enorm und die Lebensdauer eines Triebwerks nimmt überproportional schnell ab. Nachbrenner werden in der Regel nur bei Militärmaschinen eingesetzt und sollen dort den Piloten helfen, sich aus prekären Situationen zu befreien, oder eben den Gegner in eine solche zu bringen. Bei zivilen Maschinen macht er Sinn, wenn kurze Landebahnen überwunden werden müssen.

10.7.



Turboprop

- Beim Turboprop treibt ein Strahltriebwerk einen Propeller über ein Getriebe an, um Schub zu erzeugen. Turbopropflugzeuge sind leiser und verbrauchen weniger Treibstoff als Flugzeuge mit Düsentriebwerk, sind aber nur bei Geschwindigkeiten bis zu etwa 640 km/h effizient. Der Abgasstrahl wird nicht in erster Linie für den Vorschub genutzt, sondern ist tatsächlich "Abfall".

11. LANDEWERK

11.1. Die Aufgabe des Landwerks

- Das Landwerk sorgt für einen sicheren Stand, solange nicht geflogen wird. Stand kann auf Land, Wasser, Eis und Schnee bedeuten - dem entsprechend sind die Bauteile des Landwerks mit Rädern, Schwimmkörpern, Kufen, Ketten, etc. versehen. Das Landwerk ist nicht grundsätzlich an der Flugphase beteiligt. Gegebenenfalls kann das Fahrwerk während dem Flug nicht aerodynamisch günstig verstaut werden.

11.2. Fahrwerk

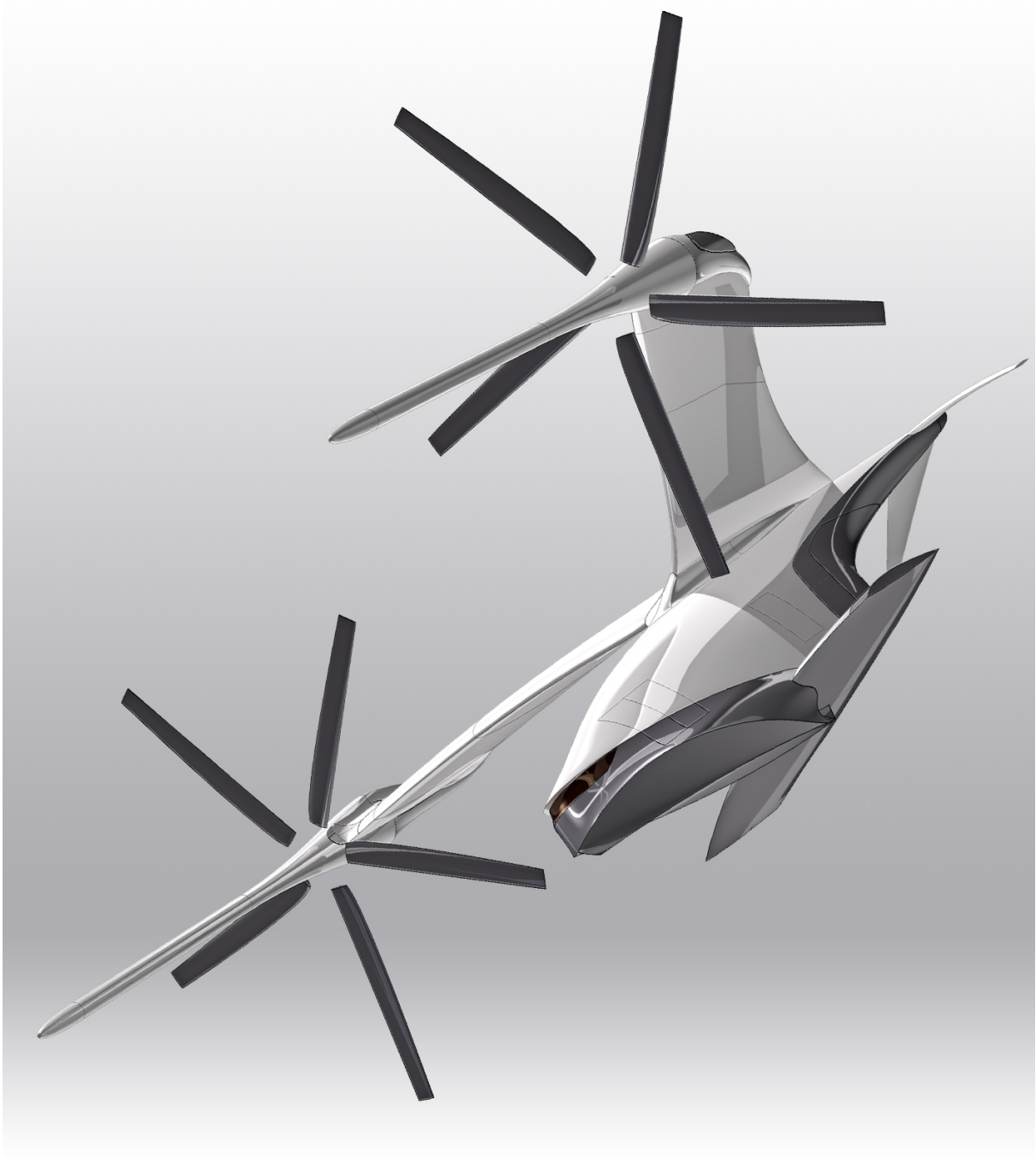
- Ein Fahrwerk besitzt grundsätzlich Räder. Die Anordnung dieser Räder klassifiziert das Fahrwerk. Die häufigsten Bauarten sind "Dreibein"- Fahrwerke und "Boogie"- Fahrwerke. Der Vorteil von Fahrwerken ist die Tatsache, dass Räder einen geringen Rollwert aufweisen und aktiv abgebremst werden können. Ein Fahrwerk ist jedoch relativ platzintensiv und aufwendig.

11.3. Schwimmkörper

- Ein Schwimmkörper sorgt dafür, dass Fluggeräte auf Wasser starten landen können und dort auch nicht umkippen. Der Schwimmkörper muss mindestens so viel Wasser verdrängen, wie das Fluggerät an Gewicht aufweist. Der Vor- und zugleich auch Nachteil an Schwimmkörpern: Sie sind oft Bestandteil des Rumpfes und somit wenig zusätzliches Gewicht. Das Gewicht bei Schwimmkörpern ist eher gering. Das Volumen bei Schwimmkörpern ist jedoch recht groß und geht damit auf Kosten der Aerodynamik. Ist der Schwimmkörper außerhalb des Rumpfes angebracht spricht man von einem "Schwimmer".
- Schwimmer können auch variabel ausgelegt sein, z.B. als aufblasbare Gasbehälter, prinzipiell jeder Körper, der sein Volumen vergrößern kann und einen Wassereintritt verhindert.

11.4. Andere Landewerke

- Ketten verfügen über große Auflageflächen, was besonders bei weichem Untergrund und Schnee sehr nützlich ist, da das Gewicht über eine größere Auflagefläche verteilt wird. Allerdings haben Ketten eine aufwendige Bauweise, ein hohes Gewicht, einen großen Platzbedarf und nur bescheidene Rolleigenschaften.
- Kufen werden nur bei kleineren Flugzeugen für den Schneebetrieb und gerne bei leichten, günstigen Helikoptern eingesetzt, da sie ebenfalls leicht und kostengünstig sind. Allerdings sind sie meist fix installiert und können nicht aerodynamisch sinnvoll weggeklappt werden.



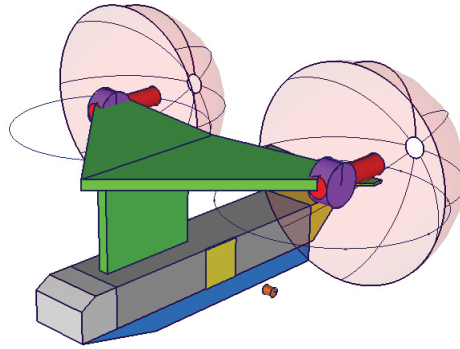
12. NEUN KONZEPTE

12.1. Konzeptpuzzle

- Mit den oben gewonnenen Erkenntnissen habe ich anhand der Eckdaten eine Art "Konzeptpuzzle" veranstaltet. Dazu habe ich verschiedene Bauweisen miteinander kombiniert, die mir dafür sinnvoll erschienen. Alle Bauweisen haben als Packagegrundlage die selben Rumpfmaße von 15m x 3m x 2m. Diese neun Konzepte habe ich miteinander verglichen, wobei ein Konzept sich sehr von den anderen abgehoben hat. In einem Punktesystem von 1-5 habe ich folgenden Aspekte bewertet:
- Aufwand/Kosten:
 - Konstruktion
 - Wartung
 - Bauteile, etc.
- Gewicht/Verbrauch:
 - Wo sind Bauteile optimal genutzt und wo überflüssig
- Handling:
 - Flugeigenschaften
 - am Boden: Wartung, Zugang, etc.
- Geschwindigkeit:
 - Aerodynamische Vor- und Nachteile

Konzept Nummer 1:

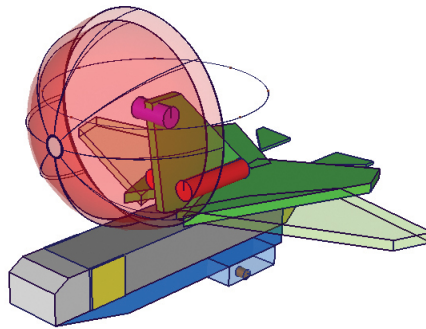
Aufwand/Kosten:	4
Gewicht/Verbrauch	4
Handling	1
Geschwindigkeit	3



Der Hauptnachteil des Handlings ergibt sich aus der Tatsache, dass die große Luftschrauben nach unten geschwenkt werden müssten. Die Blätter lägen im Abgasstrahl. Gesamtpunkte: 12

Konzept Nummer 2:

Aufwand/Kosten:	1
Gewicht/Verbrauch	3
Handling	5
Geschwindigkeit	5

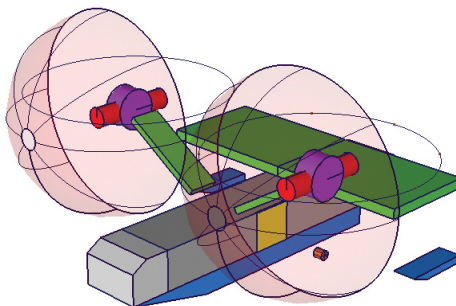


Ein sehr schnelles und gut handelbares Konzept, allerdings sehr teuer und Aufwendig.

Gesamtpunkte: 14

Konzept Nummer 3:

Aufwand/Kosten:	2
Gewicht/Verbrauch	2
Handling	3
Geschwindigkeit	3

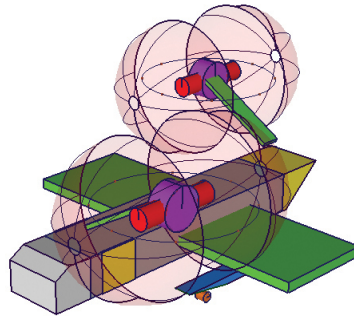


Sehr aufwendig, und keine wahren Vorteile beim Verbrauch, weil zu viele Anbauteile und die Tragfläche die Aerodynamik stören.

Gesamtpunkte: 10

Konzept Nummer 4:

Aufwand/Kosten:	1
Gewicht/Verbrauch	2
Handling	3
Geschwindigkeit	4

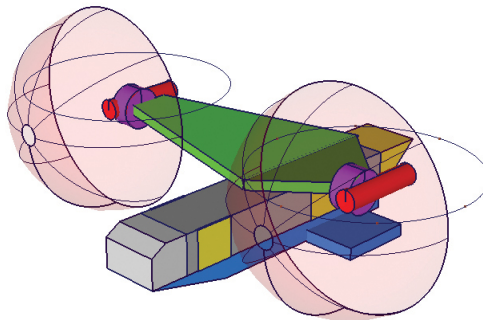


Sehr aufwendig, dennoch gute Voraussetzungen beim Handling (im Flug) und der Geschwindigkeit, aber auch hier liegen die Luftschraubenblätter im Abgasstrahl.

Gesamtpunkte: 10

Konzept Nummer 5:

Aufwand/Kosten:	4
Gewicht/Verbrauch	4
Handling	4
Geschwindigkeit	4

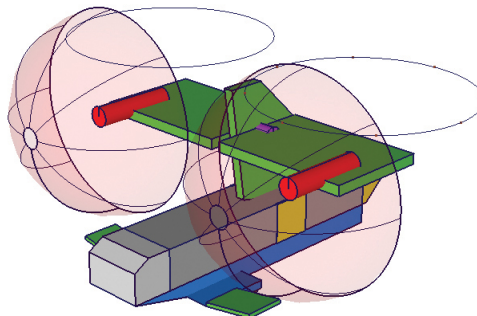


Relativ geringer Aufwand, kaum zusätzliche Bauteile, die stören. Durch Schulterdecker und V-Flügel gutes Handling abschätzbar.

Gesamtpunkte: 16

Konzept Nummer 6:

Aufwand/Kosten:	3
Gewicht/Verbrauch	3
Handling	3
Geschwindigkeit	3

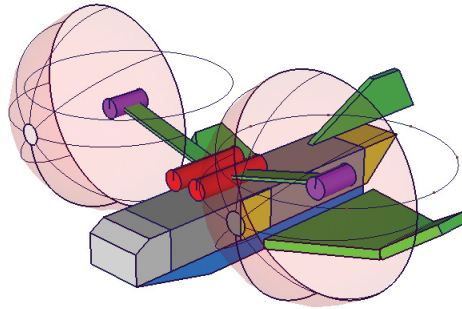


Keine Vorteile ersichtlich.

Gesamtpunkte: 12

Konzept Nummer 7:

Aufwand/Kosten:	2
Gewicht/Verbrauch	4
Handling	2
Geschwindigkeit	3

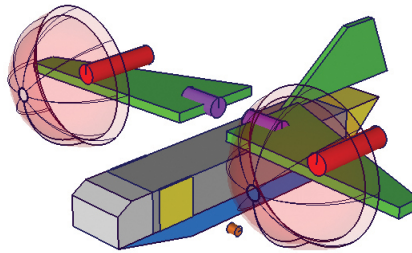


Relativ Aufwendiges Konzept,
aber auch schnell. Durch
Tiefdecker zu erwartendes
schlechtes Handling am
Boden.

Gesamtpunkte: 11

Konzept Nummer 8:

Aufwand/Kosten:	3
Gewicht/Verbrauch	3
Handling	4
Geschwindigkeit	4

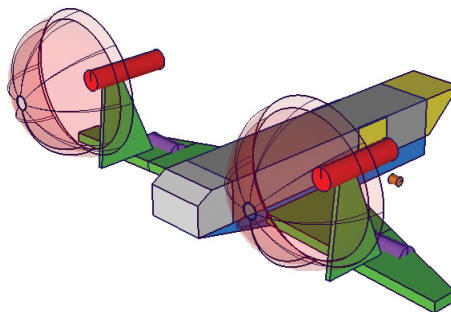


Kaum zusätzliche Bauteile,
die stören. Vorteile durch
Koaxialluftschraube gehen
durch relativ lange Tragfläche
wieder verloren

Gesamtpunkte: 14

Konzept Nummer 9:

Aufwand/Kosten:	3
Gewicht/Verbrauch	3
Handling	2
Geschwindigkeit	4



Vor allem im Handling am
Boden ergeben sich
absehbar Nachteile

Gesamtpunkte: 12

13. FESTLEGUNG DES KONZEPTS

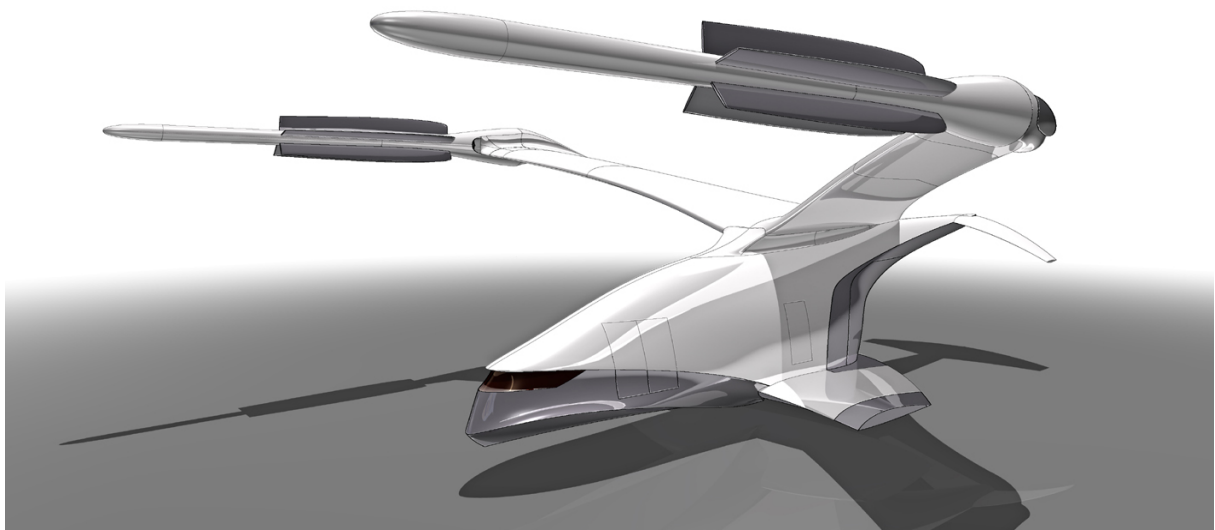
13.1. Konzept Nummer 5

- Der Sieger dieses Vergleiches war - für mich sehr zum Erstaunen - das Konzept mit den konstantesten Mittelwerten: Konzept Nummer 5. Dieses Konzept konnte zwar in keinem der obengenannten Bewertungsaspekte einen Bestwert für sich verzeichnen, sammelte aber die meisten Punkte insgesamt.
 - o Da Hybris ein Vielzweckfluggerät ist, sind Bestwerte in einzelnen Unterbereichen sehr unwahrscheinlich. Die Mittelwerte in ihrer Addition jedoch sollen die Hybris einen Bestwert erstellen lassen, der bisher unerreichbar ist.

13.2. Konzepteigenschaften

- Konzept Nummer 5 ist ein Schulterdecker mit verkürztem V-Flügel und einem Schwimmer am Rumpf und einziehbarem Dreibeinwerk. Der Zugang zum Rumpf erfolgt im vorderen und hinteren Drittel durch Seitentore. Am Heck befindet sich ein großes Tor. Die Flügelenden heben sich weit über den Rumpf hinaus, an ihnen befindet sich jeweils eine Triebwerksgondel mit einem Strahltriebwerk. Vor dem Strahltriebwerk liegt die relativ große Luftschraube. Am Heck liegt ein kombiniertes Höhen-/Seitenruder.
- Der Schulterdecker hat den Vorteil, das Triebwerk sehr hoch anbringen zu können. Das ist vor allem dann sehr wichtig, wenn die Hybris mit ihrer gesamten Rumpfunterseite ins Wasser eintaucht. Im Vergleich zu Landungen auf einer befestigten Landebahn mit Fahrwerk, schrumpft der Bodenabstand um bis zu 3 Metern.
- Der verkürzte V-Flügel unterstützt hohe Manövrierbarkeit bei hohen Geschwindigkeiten, ohne bei Langsamflügen die Nachteile vorzuweisen, die ein Delta-Flügel hätte.
- Trotz Auslegung als Schulterdecker ist der Flügel nicht hoch genug, um die Triebwerksgondeln mit ihren riesigen Luftschauben aufzunehmen, ohne dass diese Bodenkontakt bekämen. Daher liegen die Flügelspitzen nochmals höher als der Punkt, an dem sie am Rumpf angebracht sind. Dadurch bekommt der Flügel eine zweite V-Ausformung, diesmal jedoch in vertikaler Ausrichtung.
- Der Rumpf nimmt im hinteren Bereich oben die Tragfläche und auf der Unterseite den Schwimmer auf. Der vordere Rumpfbereich ist auf der Unterseite bootförmig ausgelegt, um gute Starts und Landungen auf Wasser zu ermöglichen. Auf der Oberseite geht er sehr fließend in die Flügeloberseite über. Der Hintere "Rumpf" ist nur eine Verlängerung, um das Höhenruder unterzubringen.
- Der Schwimmerkörper ist zweigeteilt, aber dennoch miteinander verbunden. Der vordere Bereich geht bootförmig aus dem Rumpf selbst hervor und lenkt durch seine Formgebung das Wasser nach unten auf einen zentralen Punkt hin ab. Er verdrängt nur ungefähr ein Viertel des gesamten Volumens auf Wasser - insgesamt müssen es mindestens 34 m³ Wasser sein, die verdrängt werden müssen. Die restlichen drei Anteile übernimmt der hintere Schwimmer. Er breitet sich weit nach außen aus und sorgt so für die seitliche Balance im Stand. In ihm ist auch das Hauptfahrwerk untergebracht und ein Ruder, zum Steuern auf Wasser. Zusätzlich enthält er noch Klappen, die ähnlich wie Wasserski ausgefahren werden können, um beim Start den Ablösezeitpunkt von der Wasseroberfläche besser kontrollieren zu können.

- Das Dreibeinfahrwerk ist versenk- und ausfahrbar. Das Hauptfahrwerk übernimmt den größten Teil der Last und ist im Schwimmer untergebracht. Das kleinere Vorderrad liegt im vorderen Rumpfbereich. Nur das Vorderrad ist lenkbar. Im Flug und bei Wasserungen wird das Fahrwerk eingefahren und liegt geschützt hinter einer Verkleidung.
- Die Zugänge liegen alle oberhalb der Wasserlinie, also der Position, welche die Wasseroberfläche maximal erreicht, wenn sich Hybris auf Wasser befindet. Es gibt insgesamt sieben Zugänge im Rumpf. Jeweils zwei auf Höhe des Cockpits (es sind Behelfszugänge), zwei seitliche vorne und jeweils zwei seitliche hinten, über dem Schwimmer. Den größten Zugang bietet das Hecktor. Hier kann auch große, unhandliche Fracht be- und entladen werden. Umbauten des Innenraumes werden durch diese Öffnung vorgenommen. Dazu mehr in Punkt 15.
- Jeweils ein Strahltriebwerk befindet sich an den äußeren Flügelenden des V-Flügels. An der Vorderseite sind sie mit einer sehr langen Spindel ausgestattet, an der die Helikopterartigen Luftschraubenblätter liegen. An der Rückseite befindet sich die Düse. Sie besitzt einen relativ großen Maximaldurchmesser.
- Das Höhen-Seitenruder soll einen relativ großen Winkel zur Haupttragfläche aufweisen, da dadurch maximale Seitenkräfte aufgebaut werden können. Der Ideale Winkel wäre 120° .



14. DER CLOUDER HYBRIS

14.1. Die Kombination

- Hybris kombiniert Geschwindigkeit und Ökonomie in einem V/STOL- Fluggerät. Das kann sie, indem sie zwischen dem ökonomischen - aber langsamen Flug mit Luftschraube auf den weniger ökonomischen - aber schnellen Flug mit Strahltriebwerk je nach Bedarf jederzeit wechseln kann. Dazu klappt sie die großen Blätter der Luftschraube aus dem Wind und legt sie in Längsrichtung an die Spindeln an. Um ein Flattern der Blätter bei hohen Geschwindigkeiten zu vermeiden, müssen die Blätter entlang der ganzen Kante geführt/ arretiert werden. Daher sind die Spindeln der Hybris extrem lang und erinnern an Lanzen.
- Die Flügel sind längs in ihrer Mitte geteilt. Die Flügelaußenteile sind auf der Querachse drehbar und daher auch die Triebwerksgondeln samt Luftschrauben. Dadurch soll Hybris stufenlos zwischen Tragflächenflugzeug und Helikopter hin und her wechseln können (=Tiltrotorprinzip).
- Ein Einsatzbeispiel sieht dann etwa so aus:
 - o Hybris kann mit horizontal liegender Luftschraube (= Rotor) wie ein Helikopter starten, kippt dann die Luftschraube um 90° nach vorne (= Propeller) und fliegt wie ein Tragflächenflugzeug mit geringer Geschwindigkeit. Will die Hybris höhere Geschwindigkeiten erreichen, dreht sie die einzelnen Blätter der Luftschraube in den Wind (=Neutralstellung/Segelstellung), um den Luftwiderstand zu verringern, und klappt sie nach vorne um sie an die Spindeln anzulegen, wo sie arretiert werden. Während diesem Prozess, wird der Antrieb der Luftschraube vom Strahltriebwerk abgekoppelt, die Propeller hören also auf, sich zu drehen. Ab jetzt leitet das Strahltriebwerk die ganze Leistung über die Düse ab, die ihren Austrittsdurchmesser verringert und erzeugt so den Antrieb. Auf Grund der stark verringerten Stimmfläche durch die weggeklappten Schraubenblätter verbessert sich die Aerodynamik immens: Hybris kann mit Strahlantrieb auf Höchstgeschwindigkeit beschleunigen.
 - Der in Punkt 13.2 erwähnte große Maximaldurchmesser der Düse ist notwendig, um bei Flügen als Helikopter den, durch die Triebwerke erzeugten, Abgasstrahl zu entschärfen, indem man ihn auf eine große Fläche verteilt. Je geringer der Düsendurchmesser ist, desto konzentrierter ist der Abgasstrahl.
 - o Anmerkung:

Bei dem Gedanken an einen Start mit vertikal ausgerichteten Triebwerksgondeln und einer nach unten gerichteten Düse mit verringertem Durchmesser, entstehen bei mir immer Assoziationen zu einem Schneidbrenner, mit dem sich Asphalt wie warme Butter durchschneiden ließe. Die Folgen für die Umgebung wären katastrophal.

14.2. Der wechselnde Schwerpunkt

- Durch diese Wechsel des Flugmodus', verändert sich der Schwerpunkt der Hybris in sehr kurzer Zeit drastisch und sie muss austariert werden. Um diese Schwerpunktsänderungen austarieren zu können, verfügt die Hybris über einen in Längsrichtung verschiebbaren Haupttreibstofftank. Dieser Tank kann über mehrere Meter binnen Sekunden nach vorne und hinten verschoben werden und so die Flugposition austarieren. Die genaue Verschiebung des Tanks wird durch einen Computer berechnet, da sich die Treibstoffmenge und dadurch auch das Gewicht während des Fluges ständig ändern.
- Folgende Tabelle zeigt beispielhaft, wie sich die Schwerpunkte in ihrer Gesamtheit relativ zum Schwerpunkt der Tragfläche während eines Fluges ändern können. Während des Fluges verändert sich der Schwerpunkt andauernd. Dies ist keine kurzweilige Erscheinung- der ganze Flugprozess definiert sich so.
- Die Schwerpunkte ändern sich auch sehr stark, durch den „Tilt“-Prozess.

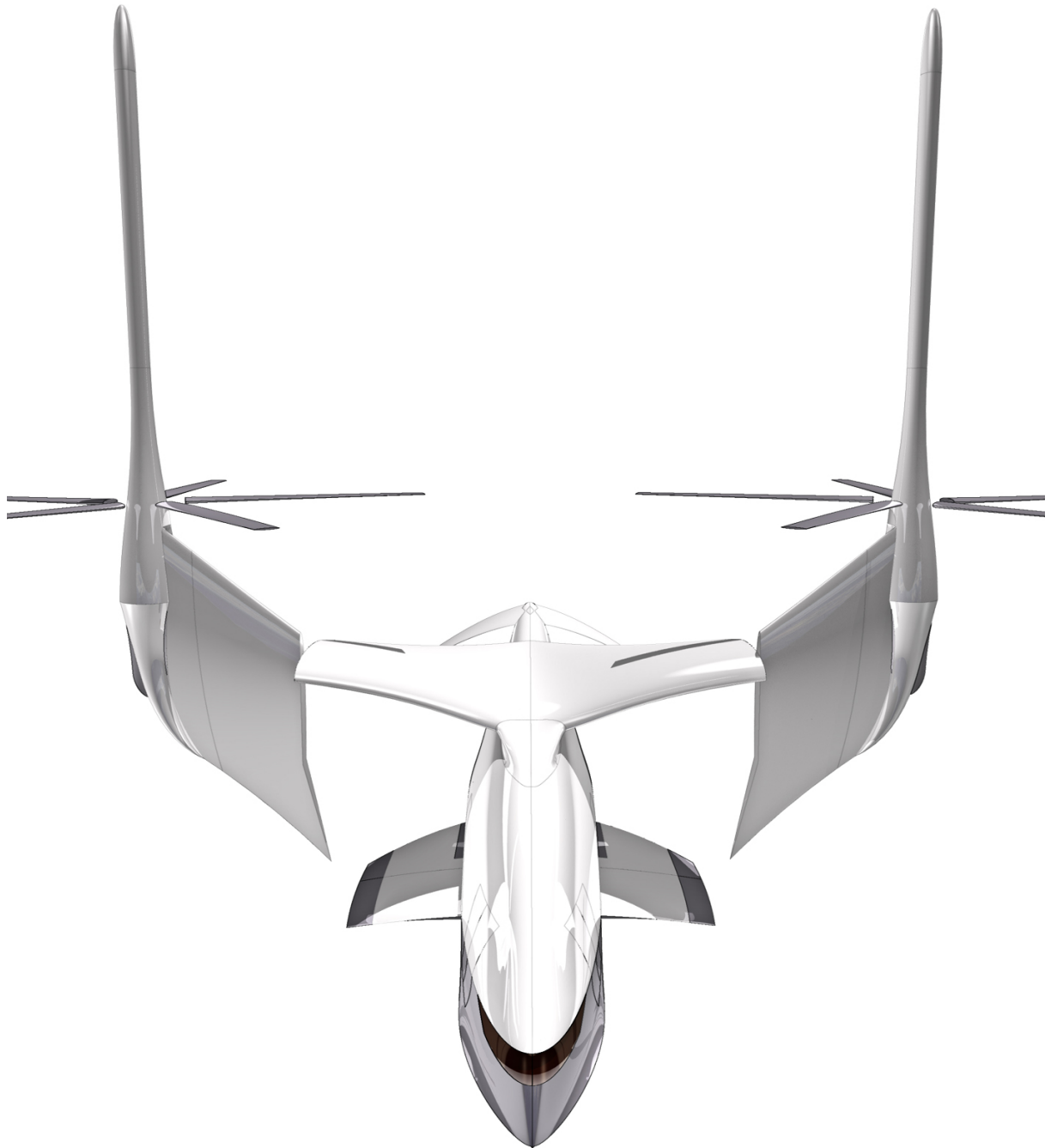
	voll getankt, voll beladen Flug mit Strahltriebwerk			Tanks leer, voll beladen Flug im Helikoptermodus		
	Gewicht	Schwerpkt	Drehmoment	Gewicht	Schwerpkt	Drehmoment
Rumpf	20000 N	-2,00 m	-40000 Nm	20000 N	-2,00 m	-40000 Nm
Tragfläche	20000 N	0 m	0 Nm	20000 N	0 m	0 Nm
Höhenruder	1000 N	13,50 m	13500 Nm	1000 N	13,50 m	13500 Nm
Fahrwerk v	2500 N	-5,00 m	-12500 Nm	2500 N	-5,00 m	-12500 Nm
Fahrwerk h	7500 N	2,50 m	18750 Nm	7500 N	2,50 m	18750 Nm
Schwimmer	3000 N	0 m	0 Nm	3000 N	0 m	0 Nm
Tank 1 (max. 82000) v	-	-	-	1000 N	1,20 m	1200 Nm
Tank 1 (max. 82000) h	-	-	-	-	-	-
Tank 1 (max. 82000) in optimierter Position	83000 N	4,10 m	340300 Nm	-	-	-
Tank 2 (max. 52000)	38000 N	1,90 m	72200 Nm	-	-	-
Tank 3 (max. 10000)	-	-	- Nm	-	-	-
Triebwerke	25000 N	-3,50 m	-87500 Nm	25000	-1,30 m	-32500 Nm
Propeller offen	-	-	-	5000	-1,30 m	-6500 Nm
Propeller geschlossen	5000 N	-10,10 m	-50500 Nm	-	-	-
Dom	2500 N	-10,10 m	-25250 Nm	2500	-1,30 m	-3250 Nm
Kabine	130000 N	-1,50 m	-195000 Nm	130000	-1,50 m	-195000 Nm
Cockpit	3000 N	-10,00 m	-30000 Nm	3000	-10,00 m	-30000 Nm
Gesamt	340500 N		4000 Nm	220500 N		-286300 Nm
	Keine Schwerpunktverschiebung			Schwerpunktverschiebung um 1,30 m		

- Kann eine Verschiebung des Schwerpunktes nicht mehr durch den verschiebbaren Tank ausgeglichen werden, muss dies durch Trimmung mit der Tragfläche und den Rudern ausgeglichen werden. In der Spalte „Gesamt:“ ist das dazu benötigte Drehmoment angegeben.

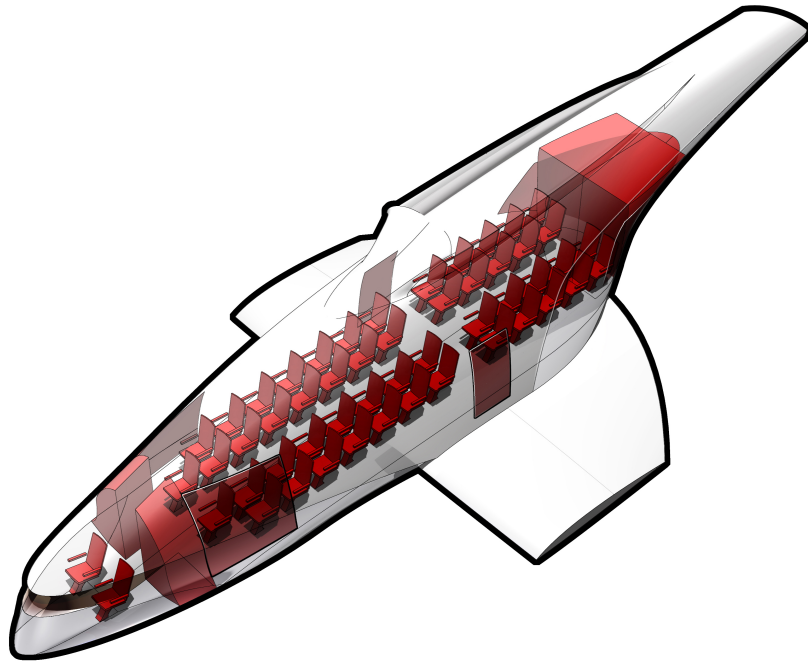
Bei diesen Zahlen staunt man nicht schlecht, dennoch ist es kein Rechenfehler :-)

14.3. Anmerkungen zu Konzeptdetail:

- Warum die Luftschraubenblätter nach vorne klappen?
 - Klappt man die Luftschraubenblätter nach hinten (was durchaus das Material mehr schonen würde, wenn man an die immensen Kräfte denkt, die auf ein 8m langes Blatt bei 300 km/h wirken), steht dort die Tragfläche im Weg und die Blätter lägen im glühend heißen Abgasstrahl der Triebwerke.
 - Verlagert man die Blattaufhängungspunkte weiter nach vorne, damit dies nicht passiert, muss man auf eine lange Welle zurückgreifen, auf die ebenfalls Kräfte wirken und die zusätzlich Gewicht erzeugt.
 - Des Weiteren müssen die Luftschraubenblätter spätestens beim Wiederübergang von Düse auf Luftschraubenantrieb eh gegen die Strömung geklappt werden. Dieser Arbeitsgang ist also nicht zu vermeiden.



15. INNENRAUM



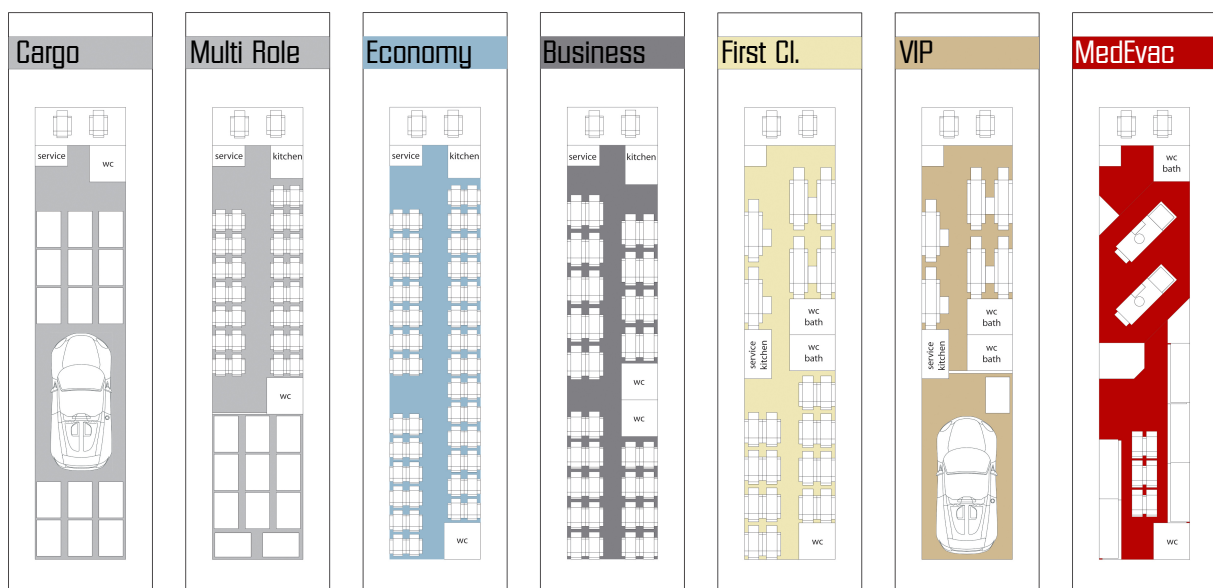
15.1. Innenraumvariabilität

- Hybris ein Vielzweckfluggerät ist, muss der Innenraum, also der Nutzungsraum, variabel sein. Er muss entsprechend dem aktuellen Bedarf umgebaut und ausgestattet werden können. Um dies schnellst möglich zu schaffen, ist es sinnvoll den Umbau modulartig vorzunehmen. Das heißt, dass die einzelnen Innenraumvarianten bereits zusammengebaut als Module durch den Heckzugang eingeschoben werden können und dann nur noch arretiert werden müssen.

15.2. Innenraumvarianten

- Die einzelnen Innenraumvarianten sind wie bereits erwähnt stark von ihrer Einsatzart abhängig. Es ist sinnvoll auf bereits erprobte und bewährte Innenraumkonzepte zurückzugreifen. Interessant erscheinen folgende Innenraumvarianten:
 - Cargo
 - Multi Role
 - Economy
 - Business
 - First Class
 - VIP
 - MedEvac
- Bei Varianten, mit Passagieren an Bord, ist der Boden des Innenraumes mit einem überwölbten Gefälle versehen. Dadurch entsteht zusätzlicher Laderaum unterhalb der Kabine. Ein weiterer positiver Effekt ist die daraus resultierende tribünenartige Sitzplatzierung, die der Reiseatmosphäre sehr zu Gute kommt, da der jeweilige vordere Sitz tiefer liegt und mehr Sicht freigibt. Zusätzlich wachsen dadurch die Ausmaße des Fußraumes.

- **Cargo:** Die Cargovariante ist als reine Frachtausstattung konzipiert. Sie bietet das Maximum an Frachtnutzungsraum. Personen können so nicht transportiert werden.
- **Multi Role:** Als eine Kombination von Passagier- und Fracht-Ausstattung versteht sich diese Variante, in der 28 Passagiere Platz haben. Die hintere Hälfte des Innenraumes dient als Frachtraum.
- **Economy:** Insgesamt 50 Passagiere können in der Economy-Ausstattung untergebracht werden. Ein Frachtraum fehlt, es gibt nur den üblichen Laderaum für Reisegepäck.
- **Business (Oberklasse):** In dieser Oberklassevariante stehen 16 "First Class"-Ausstattungen und weitere 18 "Business"-Ausstattungen zur Verfügung. Ein Frachtraum fehlt, es gibt nur den üblichen Laderaum für Reisegepäck.
- **First Class (=Gehobene Oberklasse):** Diese Variante verfügt über 4-6 Luxusausstattungen und weitere 16 "First Class"-Ausstattungen. Ein Frachtraum fehlt, es gibt nur den üblichen Laderaum für Reisegepäck.
- **VIP:** Unter VIP (=Very Important Person) versteht man besondere Passagiere, denen eine überordentliche Aufmerksamkeit zugeteilt wird. Maximal sechs Passagieren bietet diese Variante eine individuelle Luxusausstattung und zusätzlichen Frachtraum für Accessoires.
- **MedEvac:** MedEvac ist die Abkürzung für "Medical Evacuation". Diese Variante ist ein fliegendes Lazarett und beinhaltet zwei vollwertige OP-Ausstattungen für chirurgische Eingriffe und zehn Behandlungsstationen für medizinische Versorgung während dem Flug, sowie Sitzmöglichkeiten für das behandelnde Personal (bis zu 12 Personen).



GESTALTUNG

Nachdem nun das Konzept festgelegt ist, geht es darum, eine Form zu finden, welche Hybris bei ihren Aufgaben unterstützt und dies auch optisch wahrnehmbar macht. Es gilt, die gestellten Anforderungen für jeden, der Hybris sieht, spürbar zu machen.

Ziel soll sein, aus einem Vielzweckflieger eine Skulptur zu machen - *Hybris pur...*

16. SEI MIR DIENLICH. FLINK UND SCHOEN

16.1. Das Axiom der Hybris

- Während der ganzen Zeit des Diploms gab es einen Leitsatz, der etwas unscheinbar das erste Mal auf dem Imageboard auftauchte. Er lautet:

"Sei mir dienlich, flink und schön..."

- Die Worte sind in Ihrem Gebrauch in der aktuellen Designsprache ungewöhnlich. Kein "Neudeutsch", keine Anglizismen. Auch wenn die Imperativform bewusst ausgelassen wurde (das Ausrufezeichen fehlt!), ist es ein Befehl, eine Aufforderung... an mich selbst. Es ist der Anspruch, den ich mir selbst gestellt habe: Ich will Nutzen, Performance und Ästhetik gleichermaßen verbinden und wahrnehmbar machen.
- Piloten der Hybris sollen vor allem ein Wort dieses Satzes schätzen: "dienlich". Piloten sollen Hybris wie ein individuell für sie gefertigtes Werkzeug verstehen.
- Passagieren ist das Wort "flink" gewidmet. Wer hier einsteigt, soll wissen, dass er sehr schnell an seinem Ziel sein wird.
- Das dritte Wort im Bunde ist für jeden, der wie auch immer in Kontakt mit Hybris kommt. Es soll ein Geschenk für die sein, die sich an Hybris begeistern können.
- Alle drei Worte sind vertraut und bekannt, aber in ihrer Kombination irritierend. Deshalb liest man diesen Satz öfter und ertappt sich selbst dabei, wie man ihn für sich selbst wiederholt. Das ist kein Zufall, denn Hybris soll beim Betrachter dasselbe verursachen, wie ihr Axiom: Das Wahrnehmen der drei Eigenschaften, die Hybris kombiniert, soll nicht sofort passieren. Der Betrachter soll anfangs in seiner Wahrnehmung irritiert und verunsichert werden, um ein zweites mal hinzuschauen, bevor er versteht, was Hybris ist. Und auch dann soll er sich nicht sattgesehen haben. Er soll immer wieder aufs Neue versuchen, Hybris wahrzunehmen.



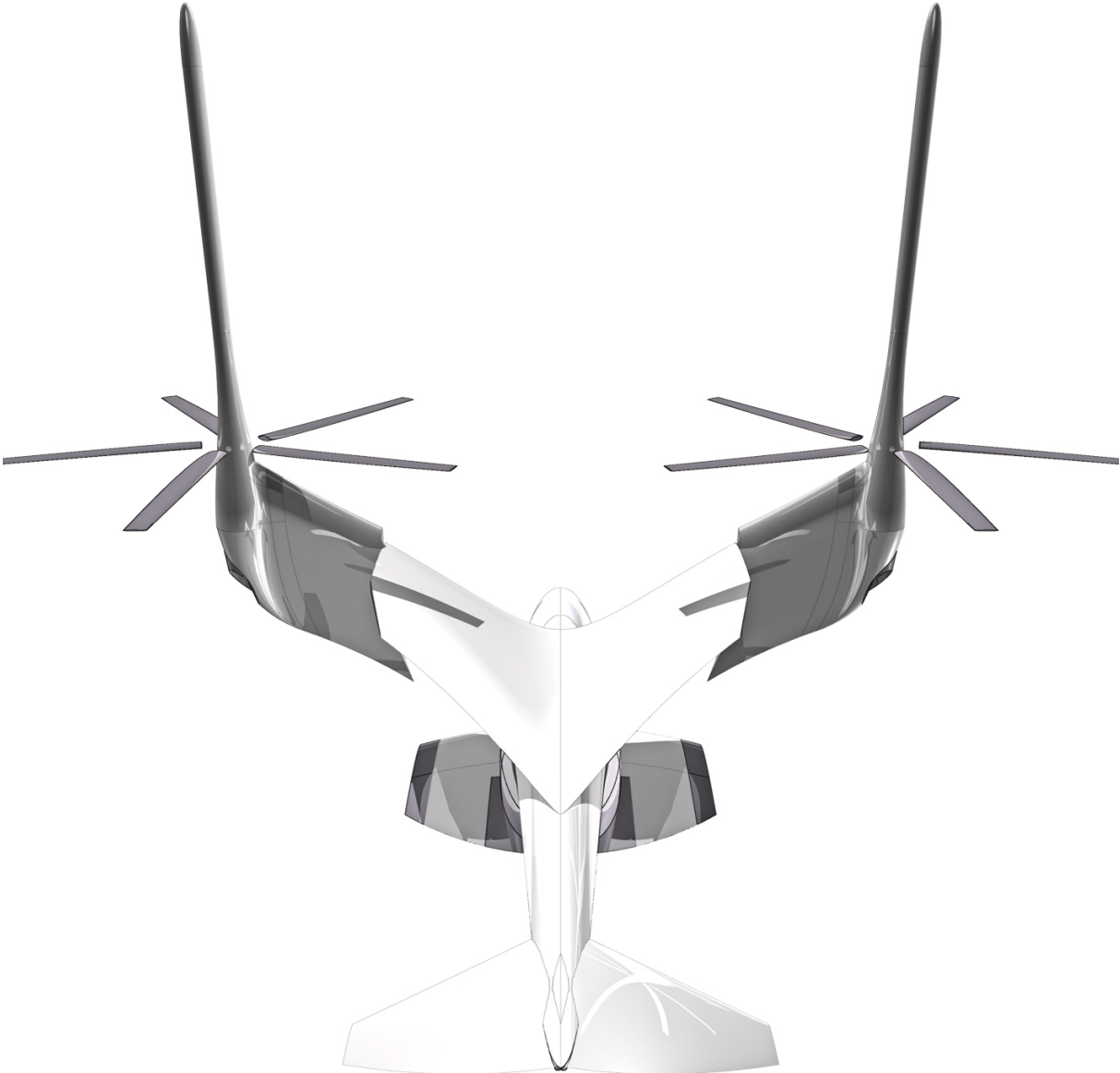
17. VON TIEREN UND MYTHEN



"Sei mir dienlich, flink und schön..." dieser Satz könnte aus einem Märchen stammen. Er fiel mir spontan ein, als ich zu Beginn des Diploms auf das Foto eines Greifvogels stieß. Auf dem Bild war ein Falke abgelichtet, der seinen Kopf leicht seitlich dreht und dem Betrachter erhaben und beinahe spöttisch mit seinem großen schwarzen Auge ansieht. Es scheint, als würde er grinsen und man rechnet jederzeit mit einem Zwinkern. Das Tier drückt auf eine ganz eigene, fast schon majestätische, Art große Zuversicht und Stärke aus.

Dieser Falke ist jeder Aufgabe gewachsen, die ihm gestellt wird, und er ist dazu jederzeit bereit! So sollte Hybris werden... wie dieser Falke mit seiner ganz eigenen Aura, wie eines dieser Mythenwesen einer griechischen Sage laus der ja auch der Begriff "Hybris" stammt).

Hybris soll starke Züge aus dem Tier- und Fabelreich übernehmen, Technik hingegen soll formal nur reduziert dargestellt werden: ein Körper - keine Maschine; eine Skulptur - keine Konstruktion. Daher hat Hybris Schwingen - kein "Tragwerk"; sie hat Schultern, keine "Tragwerkshalterung"; es gibt einen Nacken der in einen Schädel mit Schläfe übergeht - keinen "Rumpf", der zum "Cockpit" wird.



18. ZWEI MATERIALIEN

18.1. Ordnen, Gewichten

- Es würde sehr überzogen aussehen, versuchte man, jedes Bauteil an einem so teilreichen Fluggerät, in eine Formsprache zu integrieren - es würde willkürlich und unkontrolliert wirken. Des Weiteren würde der recht große Körper des Rumpfes sehr plump wirken, wäre er aus einem Material. Wird er durch ein zweites Material geteilt, erreicht man eine optische Volumenreduzierung.
- Daher sollen zwei Formsprachen angewandt werden. Eine für Bereiche, die für die Flugphase wichtig sind und eine für Bereiche, die fürs Landen und Starten wichtig sind. Diesen beiden Formsprachen soll jeweils ein entsprechendes Material zugewiesen werden.
- Diese beiden Formsprachen nenne ich "Biomorph" und "Carved".

18.2. "Biomorph"

- Vor allem die Bereiche, die mit dem "weichen" Medium Luft arbeiten und für die Flugphase relevant sind, wie z.B. Tragwerk, Rumpf, Triebwerk, usw., sollen eine weiche, "biomorphe" Formsprache benutzen und entsprechendes Material verwenden. Diese "biomorphe" Formsprache soll quantitativ dominieren.
- Das "Biomorphe" soll weitere Attribute und Assoziationen freisetzen. Es soll leicht sein, jung, selbstbewusst, mutig und heroisch wirken. Worte wie "gebildet" und "zeitlos" sollen dem Betrachter durch den Kopf schießen. Das "Biomorphe" ist edel, elegant und harmonisch geschwungen. Es ist fein und grazil. Wäre es ein Material, so wäre es wie Elfenbein, spräche man von Stoff, assoziiert man Samt und Seide. Spräche man von Körperbau, müsste man ihm eine "dezent Muskulatur" zusprechen. Sucht man in der Tierwelt, wäre das "Biomorphe" Falken und Windhunden inne. In der Helden- und Sagenwelt würde man Musketiere und Elfen treffen. In der griechische Sage sähe man Ikarus. Wäre das "Biomorphe" Musik, hätte es den Funke und die innere Schönheit von Ludwig van Beethovens 9., der "Ode an die Freude".

18.2. „Carved“

- Die zweite Formsprache soll vor allem auf Bauteilen angewandt werden, die für die Flugphase sekundär sind, wie z.B. Schwimmer und die Rumpfunterseite, die hauptsächlich Bauteile beinhalten, welche fürs Landen und Starten wichtig sind. Auch dieser Formsprache soll ein entsprechendes Material zugewiesen werden.
- Diese Bauteile setzen sich in ihrer Funktion mit anderen Medien und Materialien, als Luft auseinander und durchschneiden diese brachial. Es sind härtere Medien und Materiale, wie Grund, Beton, Wasser, etc. Dementsprechend soll "Carved" - eine scharfe, kantige Formsprache - benutzt werden, die dem Betrachter vermittelt, dass womöglich entgegenkommende Materie durchtrennt wird und der Weg für nachfolgende Formen frei wird. Dadurch ist eine gedankliche Verwischung der beiden Materialien unmöglich.

- "Carved" ist stabil, puristisch, hart und souverän. Es ist direkt, kompromiss- und schnörkellos. Spröde wehrt es sich jeder Zärtlichkeit: Granit, spräche man von Material, gegerbtes Leder spräche man über "Textil". Man sieht Grate und Bruchkanten. Hier gibt es keine lieblichen Töne, hier reiten Wagners Walküren!



19. GESTALTUNG DER EINZELNEN BAUTEILE

19.1. Dynamik durch Verschiebung

- Hybris soll Geschwindigkeiten fliegen, die kurz unterhalb der Schallgeschwindigkeit liegen. Das soll auch durch ihre Form nach außen kommuniziert werden. Zu Gute kommt ihr dabei, dass sie ein recht langgestrecktes Package hat.
- Die in Punkt 13.2 beschriebene Tragflächenform weist eine interessante optische Schwerpunktsverschiebung auf, die ähnlich bereits durch die Auslegung als Schulterdecker besteht. Diese optische Schwerpunktsverschiebung suggeriert bereits eine starke Dynamik. Daher soll dieses Thema noch weiter ausgebaut werden.

19.2. Schwingen

- Die Tragflächen erinnert an die nach vorne gerichteten Schwingen eines Vogels. Dieser Eindruck soll weiter verstärkt werden. Der Flügel erhält dafür mehr Schwung, mehr Rundung und eine optische Beschleunigung Richtung Flügelspitzen. Aus der dreidimensionalen Betrachtung soll an keiner Stelle der Schwinge eine Ecke zu sehen sein. Die Triebwerke entstehen fließend in der Flügelspitze.

19.3. Schulter

- Um genug Spielraum für den verschiebbaren Tank zu geben, ist der Tragwerksansatz nach vorne verlagert. Dadurch wird die gesamte Tragfläche harmonischer in den Rumpf integriert und es entsteht optisch eine Schulter

19.4. Nacken und Schläfe

- Der Rumpf an sich ist bei Fluggeräten, die Transportfähigkeit besitzen aus aerodynamischen Gründen meist schlauchförmig. Packagebedingt baut Hybris im Bereich der Tragwerksanbringung relativ hoch. Dadurch ergibt sich ein Gefälle nach vorne Richtung Cockpit. Dieses Gefälle soll mit einem Tiernacken assoziiert werden, da er am Flügel ja bereits in eine Schulter und die daran angrenzende Schwinge übergeht. Das Package verjüngt Richtung Cockpit. Diese Verjüngung soll verstärkt zu Geltung kommen und sogar leicht negative Wölbung erhalten. Eine Schläfe entsteht.

19.5. Kopf

- Das Cockpit liegt sehr tief und braucht eine große Scheibenfläche, die auch Sicht nach hinten zulässt. Da es nur für zwei Piloten ausgelegt ist, verjüngt es stark. Nach unten hin, schließt der vordere Schwimmkörper mit seiner Bootsform ab. Optisch entsteht dadurch ein Vogelkopf mit Schnabel. Um diesen Eindruck optisch zu entschärfen, wird die Glasfläche schlitzförmig gehalten,

um noch weitere (zu starke) Assoziationen zu einem Vogelkopf zu verhindern, indem man noch runde, augenartige Glasformen benutzt. Für den Flug als Helikopter wären sie jedoch immens von Vorteil, da sie bessere Sicht nach unten bieten!

- Dieser stilisierte Vogelkopf samt Schläfe, Nacken Schulter und Schwinge kommt schon nah an das in Punkt 17.1 gewünschte mystische Wesen heran.

19.6. Schweif

- An der Rückseite der Tragflächenanbringung setzt sich der Rumpf fort und endet im Höhen-Seitenruder. Das Höhen-Seitenruder fällt nach unten ab, um einen möglichst großen Winkel in Relation zur Haupttragfläche zu bekommen. Dies ist wichtig, da Hybris durch diesen Winkel die Seitenkräfte aufbaut. Das relativ große Ruder wirkt wie ein breit gefächertes Schweif. Auch hier findet eine Verschiebung des optischen Schwerpunktes statt, da die Ruderkanten nach vorne gebogen sind.

19.7. Triebwerke

- Die Triebwerke entstehen fließend aus der Tragfläche und bilden fließend einen Übergang zu den Spindeln. Einzig die Düse durchbricht brachial diese weiche, tropfenartige Form. Die Spindeln entstehen fließend aus den Triebwerkssgondeln. Öffnungen in der Spindel lassen Frischluft ans Triebwerk.

19.8. Die Lanzen

- Die langen Spindeln werden länger ausgelegt, als nötig wäre, um die Luftschraubenblätter zu fixieren. Dadurch ragen sie weit über das Cockpit hinaus und weisen sehr dominant den Weg der Hybris: nach vorne! Benutzt man wieder die Assoziation mit Lanzen, so stelle man sich ein ritterliches Festspiel vor. Die Bilder von Lanzenstoßturnieren sind sehr spektakulär! Auch das heben und senken der Lanzen spricht eine unmissverständliche Sprache:
 - eine gesenkte, nach vorne gerichtete Lanze suggeriert Geschwindigkeit und Aktion
 - eine gehobene Lanze hingegen suggeriert Vorbereitung und Entspannung.
- Im aufgerichteten Zustand ragen die "Lanzen" weit über die Tragfläche hinaus in den Himmel und wirken wie eine Funkanlage. Ein großer Nutzen, wenn man die Antennenanlage in die Lanzen integriert. Dadurch kann Hybris als Funkstation eingesetzt werden und Funkverbindungen über große Distanzen auch in unerschlossenen Gebieten herstellen und/oder überbrücken.

19.9. Luftschraubenblätter

- Die einzelnen Blätter der Luftschraube verjüngen zur Spitze hin. Die Blattkanten erfahren eine gegenläufige Beschleunigung. Die Kante, die an der Spindel befestigt wird folgt deren Silhouette und schließt, wenn das Blatt auf Düsenflug eingestellt ist, bündig daran ab.

- Liegen alle Blätter an der Spindel an, bilden sie in der Frontansicht ein Sternenmuster. Seitlich verstärken sie die Spindeln optisch immens. Sie verschieben das optische Volumen der gesamten Hybris dann weit nach vorne.

20. DER ZUSAMMENGEFUEGTE RUMPF.

- Der Rumpf stellt mit seinen packagebedingten Mindestmaßen ein recht großes Volumen dar. Um dieses Volumen optisch zu erleichtern, werden dort beide Materialien eingesetzt und dadurch die Fläche optisch horizontal aufgetrennt. Im vorderen Bereich findet diese Trennung am Übergang zum Schwimmkörper statt: Seitlich des Cockpits beginnt jeweils eine kanalartige Vertiefung - eine Luftführung. Sie tordieren zwischen Rumpf und Schwimmkörper entlang und treffen sich auf der Unterseite des großen Schwimmers. In ihrer Verlängerung ist ein Ruder angebracht. Es dient der Steuerung auf Wasser. Diese Luftführung gehört zum unteren "carved" Teil der Hybris.
- In Rumpfmittle entsteht diese Trennung fast senkrecht zwischen den hinteren Seitentoren und dem Hecktor. Sie läuft nach hinten ab und endet an der hinteren Kante des Höhenruders. Dem oberen Rumpf ist das "biomorphe" Material, dem unteren Rumpf ist das "carved" Material zugeordnet.
- Der vordere Schwimmkörper entspringt fast senkrecht aus einer Kante an der Spitze des Cockpits. Auch seine Flächen tordieren und fließen am Wasserruder zu einer Fläche zusammen. Dadurch entsteht ein Kiel, der am Cockpit noch deutlich eine Kante bildet, die zum Heck hinaus in einer Fläche ausläuft.
- Der hintere Schwimmer liegt fast horizontal unter dem Rumpf. Die vordere Kante des Schwimmers durchstößt den Rumpf in einem Punkt, auf der oberen Kante der oben besprochenen Luftführung. Die hintere Kante des Schwimmers durchstößt den Rumpf nicht. Sie dient als Abrisskante und verbindet beide Schwimmerflanken in einem fast radialen Bogen. Die oberen Flächen des Schwimmers schließen seitlich die untere Rumpfkante ab. Dadurch entsteht der Eindruck, der Rumpf läge auf dem hinteren Schwimmer in einer Art Passform auf. Durch eine grafisch geschickte Materialverteilung auf der Oberseite des Schwimmers wird dieser Eindruck noch verstärkt und die gerade erwähnte Passform definiert. Der Betrachter soll förmlich die Trennungslinie suchen, an welcher der "biomorphe" und der "carved" Teil optisch miteinander verbunden sind.

SKIZZEN

Den Skizzen teil habe ich ausgelassen, da alle Skizzen bereits auf der Website zu sehen sind.

www.denisgombert.de

HYBRIS

Als ich zu Beginn des Semesters die Entscheidung getroffen hatte ein Wasserflugzeug zu bauen, hätte ich niemals daran gedacht, noch weiter zu gehen. Eigentlich sollte mein Diplom eine Hommage an diese alten, wunderschönen Königinnen der Lüfte - die alten Wasserflugzeuge der 20er, 30er und 40er Jahre - werden. Ihre kuriosen Rümpfe und Landwerke hatten mich schon immer fasziniert und sprachen mich mit einer ganz eigenen Ästhetik an.

Mit Hybris habe ich mich selbst weiter gebracht, als ich am Anfang kommen wollte: Aus einem Wasserflugzeug ist ein Vielzweck-Amphibienflieger geworden. Hybris ist nicht nur formal eine Exotin geworden, die mit Stolz das Erbe Ihrer Vorgängerinnen weiterführt; Hybris zeigt, dass es möglich ist, neue Konzepte und Formen selbstbewusst und eigenständig zu interpretieren. Form und Funktion stehen hier nicht in Konkurrenz, sie bilden eine Symbiose und fördern sich gegenseitig.

Als Hybris im Modellbau einen Zwischenstand erreicht hatte, wurde ich gefragt, ob ich „zufrieden“ wäre. In aller Spachtelästhetik der Einzelteile die dort vor mir lagen wusste ich nicht, was ich antworten sollte. Jetzt weiß ich es: Ich bin zufrieden. Sehr sogar. Die Skulptur, die ich wollte, steht da und alles an ihr macht Sinn und hat seine Begründung. Und sie sagt es mir - jedes mal wenn ich sie mir anschau. Und sie sagt es jedem mit ihrer ganz eigenen Art und Weise - *unverkennbar Hybris*

ERKLÄRUNG

Natürlich wurde diese Arbeit von mir selbst angefertigt

QUELLENANGABE

Printmedien:

- Aerospace Publishing LTD.: Enzyklopädie der Flugzeuge. Genf 1992
- David Donald: Militärjets. Augsburg 1998
- Hans Jenssen, Moira Butterfield: Jets - Sensationelle Einblicke. Bindlach 1997
- Jeremy Flack: Moderne Kampfflugzeuge und Hubschrauber,
- Wayne F. Geer: High-Tech Flugzeuge. Herford 1994

Internet:

- www.aerospace-technology.com
- www.airbus.com
- www.aircraftenginedesign.com
- www.boeing.com
- www.bombardier.com
- www.bundeswehr.de
- www.eads.net
- www.embraer.com
- www.fas.org

- www.frankkerkau.de
- www.helionline.de
- www.hubschraubermuseum.de
- www.lockheedmartin.com
- www.luftarchiv.de
- www.luftfahrtmuseum.com
- www.nasa.gov
- www.pratt-whitney.com
- www.rolls-royce.com
- www.seaplanes.org
- www.sikorsky.com
- www.vtol.org
- www.wikipedia.de
- www.wings.avkids.com

DANK

Ich danke

meinen Professoren Lutz Fügener und James Kelly,

Anja Ianiello, Andy Barber, JungHo "Ho" Jeong, Ralf Schilling und Vito Ianiello von VitoDesign in Karlsruhe/Ettingen,

Herrn Ingo Hiersche und Herrn Frank Winterfeld vom THW Baden-Württemberg,

Oberstleutnant Karl-Otto Schäfer und Oberstleutnant Dirk Olschinski und dem 3. Lufttransportkommando in Münster,

Herrn Bauer-Eisen von Dornier-Seawings,

Adrian Egger, Alexander Schnell-Waltenberger, Alexander Knuth, Andreas Osswald, Barbara Meier, Christian Ell, Christian Falkenhagen, Claudia Häfner, Eszter Ronay, Frank Schäfer, Heidi Prieb, Hendrik Fries, Jan Of, Johannes Brandsch, Patrick Faulwetter, Peter Stachulla, Robert Sen, Rouven Gombert, Rudolf Kostolnik, Sandra Horsthemke und allen Freunden, die mir bei großen und kleinen Problemen bei Seite standen.

Besonders danken möchte ich Andreas Feussner und Prof. Anton J. Reichel, ohne den keine Hybris gäbe. Vielen Dank

"...Sie müssen Erfolge teilen, denn egal, wie viel Sie auch glauben, alleine getan zu haben, Sie irren sich. Große Dinge schafft niemand alleine."⁵

⁵ Frühjahr 2005, in breitem Schwäbisch

