

Bernd Leitenberger



# Das Gemini Programm

Technik und Geschichte



**Edition Raumfahrt**

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Das Gemini Programm

Das Gemini Raumschiff

Die Wiedereintrittseinheit

Struktur

Lageregelung

Systeme für die Besatzung

Umweltkontrolle

Raumanzüge

Stromversorgung

Der Gemini Bordcomputer

Kommunikation

Navigationsausrüstung

Rettungssysteme / Landung

Die Bremsenheit

Die Ausrüstungseinheit

Lageregelungssysteme

Stromversorgungssystem

Bodenanlagen

Trägerraketen und Kopplungsziele

Die Titan 2

Die Titan im Gemini Programm

Die Atlas-Agena

Die Agena

Das Gemini Agena Target Vehicle (GATV)

Der Augmented Target Docking Adapter (ATDA)

Astronauten

Die Flüge

Gemini 1 (8.4.1964)

Gemini 2 (19.1.1965)

Gemini 3 (23.3.1965)

Gemini 4 (3.-7.6.1965)  
Gemini 5 (21.-29.8.1965)  
GATV 6 (25.10.1965)  
Gemini 6A(15.-16.12.1965)  
Gemini 7 (4.-18.12.1965)  
GATV8 (16.3.1966)  
Gemini 8 (16.-17.3.1966)  
GATV9 (17.5.1966)  
ATDA(1.6.1966)  
Gemini 9A(3.-6.6.1966)  
GATV10 (18.7.1966)  
Gemini 10 (18.-21.7.1966)  
GATV 11 (12.9.1966)  
Gemini 11 (12.-15.9.1966)  
GATV12 (11.11.1966)  
Gemini 12 (11.-15.12.1966)

Die Bilanz von Gemini

Blue Gemini und MOL

Blue Gemini

MOL

Mit Gemini zum Mond

Startliste

Abkürzungsverzeichnis

Weblinks

Literaturhinweise

# Vorwort

Das Buch über das Gemini Programm war das erste von mir veröffentlichte Werk. Diesem sind in den letzten zwei Jahren sechs weitere gefolgt. Obwohl das Buch über Gemini mein Erstes und mit 68 Seiten recht dünn war – weil ich mir damals nicht vorstellen konnte, dass es viele Käufer finden wird – ist es das Meistverkaufte. Ich hoffe, dies bleibt auch bei der Neuauflage so, auch wenn der Umfang auf fast das Doppelte angestiegen ist. Die dritte Auflage war notwendig, da bei der Übertragung vom Manuskript zum Buchdruck einige Abbildungen „verloren“ gingen. Sie ist inhaltlich weitgehend identisch zur zweiten Auflage.

Geblichen ist der Charakter einer Broschüre über das Geminiprogramm, mit Mut zur Lücke. Ich habe mich darauf konzentriert, was ich für wesentlich hielt: die Beschreibung der Hardware, sowohl des Raumschiffs wie auch der Trägerrakete und der Agena Oberstufe. Die Philosophiegedanken zu Gemini, das Bodennetzwerk inklusive Mission Control und die Projektgeschichte werden nur kurz gestreift. Gleiches gilt für das Astronautentraining und deren Aktivitäten außerhalb der Missionen sowie ihre Lebensläufe.

Neu hinzugekommen sind die Pläne für weitergehende Gemini Missionen. Stark erweitert wurde der Abschnitt über MOL und Blue Gemini. Erweiterungen gab es auch in fast allen anderen Kapiteln. Wer meine Website zu Raumfahrtthemen kennt, weiß, dass mein Hauptaugenmerk der Technik und Geschichte gilt und so ist es auch bei diesem Buch. Die Missionsbeschreibungen habe ich nur moderat ergänzt.

Die Literaturliste habe ich um empfehlenswerte Bücher ergänzt, die nicht nur vertiefend über Gemini informieren, sondern auch die Aspekte abdecken, die hier aus Platzgründen zu kurz kommen, wie die Astronautenbiographien. Gerade diese persönlichen Erfahrungen, die für viele den Reiz der bemannten Raumfahrt ausmachen, sollten Sie aus erster Hand vermittelt bekommen und nicht von mir nacherzählt. Die angegebenen Websites der NASA informieren dagegen detaillierter über die Projektgeschichte von Gemini.

Besonderen Dank schulde ich Lukas Graber, der das Manuskript korrekturgelesen und zahlreiche Verbesserungsvorschläge eingebracht hat.

# Das Gemini Programm

Projekt Gemini wurde, wie das Mercury Programm, in sehr kurzer Zeit durchgeführt. Es wurde am 7.12.1961 von der NASA beantragt und schon am 3.1.1962 genehmigt. Es begann zuerst als Mercury Mark II Programm. Nach den ursprünglichen Planungen sollte es schon im März 1965 beendet sein. Es war von vornherein als Vorbereitungsprogramm für Apollo konzipiert. Dieses war im Mai 1961 von Kennedy initiiert worden.

Als Ziele wurden damals genannt:

- Langzeitflüge mit zwei Astronauten bis zu 14 Tagen Dauer.
- Training von Rendezvous-Manövern
- Punktgenaue Landungen auf dem Festland
- Eine größere Anzahl trainierter Astronauten und mehr Erfahrung im Weltraum
- Kosten- und Zeitersparnis für Apollo (weniger Erdorbitmissionen nötig, Benutzung preiswerterer Hardware).

Es fehlt in der Liste die Arbeit im Weltraum (**Extravehicular Activity** = EVA, sogenannte Weltraumspaziergänge), welche erst später dazu kam. Nach den ersten Planungen sollten die Gemini Kapseln auf dem Land niedergehen, aktiv gesteuert durch die Piloten. Dies sollte einen sehr großen Kostenfaktor – die Flotte der Navy im Landegebiet, die aus einem Flugzeugträger, mehreren Zerstörern und einigen Beobachtungsflugzeugen bestand – reduzieren. Die NASA bekam diese Dienstleistung vom Verteidigungsministerium

nicht umsonst; sie musste dafür, wie auch für die Titan Trägerraketen, bezahlen.

Relativ früh legte sich die NASA auf die Titan 2 als Trägerrakete fest, auch wenn die Air Force die Titan 3 vorschlug. Die NASA fürchtete aber, sie stünde nicht rechtzeitig zur Verfügung. (Die erste Titan 3A startete am 2.9.1964, die erste Titan 3C am 18.6.1965 - die von der USAF favorisierte Titan 3C wäre damit in der Tat erst 14 Monate nach der Gemini 1 Mission verfügbar gewesen).

Ebenfalls schon 1961 vorgesehen, war die Kopplung an eine modifizierte Agena Oberstufe und die Vergabe des Auftrags für das Raumschiff an McDonnell. Da diese Firma die Mercury Kapsel fertigte und zuerst nur an eine angepasste Version von Mercury gedacht wurde, hätten so Kosten und Zeit gespart werden können.

Das Raumschiff sollte nach den ersten Planungen 2.380 kg beim Start wiegen. Es war auch ein Startabbruchssystem mit einer Rettungsrakete bei diesem ersten Entwurf vorgesehen. 15 Flüge waren vorgesehen, die letzten drei wahlweise auch mit wiederverwendeten Kapseln. Bestellt wurden trotzdem 15 Kapseln. Der erste unbemannte Flug sollte im Mai 1963 erfolgen, der Letzte im März 1965. Die folgende Tabelle enthält die damals geschätzten Kosten von Mercury Mark II:

<b>(In Millionen Dollar)</b>	<b>Finanzjahr 1962</b>	<b>Finanzjahr 1963</b>	<b>Programmdurchführung</b>	<b>Gesamt</b>
Raumfahrzeuge	42,6	77,5	120,4	240,5
Titan 2 Modifikationen	27	47	39	113
Atlas Agena	5,2	20	62,8	88
Bodenunterstützung	1	14,25	43,7	48,95
Entwicklungsarbeiten	0	5	24	29

<b>(In Millionen Dollar)</b>	<b>Finanzjahr 1962</b>	<b>Finanzjahr 1963</b>	<b>Programmdurchführung</b>	<b>Gesamt</b>
Raumfahrzeuge	42,6	77,5	120,4	240,5
Titan 2 Modifikationen	27	47	39	113
Atlas Agena	5,2	20	62,8	88
Bodenunterstützung	1	14,25	43,7	48,95
Entwicklungsarbeiten	0	5	24	29

Ursprünglich waren 531 Millionen Dollar für das Programm veranschlagt. Schon im Haushaltsjahr 1963 war dieser Betrag auf 780,4 Millionen geklettert. 1964 überschritten die Kosten die Milliardengrenze. Vor allem die Entwicklungskosten der Kapseln explodierten. Sie kosteten dreimal so viel wie veranschlagt. Die Gesamtkosten von Gemini betragen 1.283 Millionen Dollar für die NASA und weitere 61 Millionen für die USAF (für Anpassungen der Titan sowie eigene Experimente, die bei Gemini mitflogen).

Dies entspricht nach NASA Angaben 7,2 Milliarden Dollar im Wert von 2009. Die 10 bemannten Missionen wurden in einem Zeitraum von nur 20 Monaten absolviert - ungefähr alle zwei Monate ein Start. Diese Startfrequenz sollte die NASA auch mit dem Space Shuttle, einem wiederverwendbaren Gefährt, nur wenige Male übertreffen.

Der Ursprung Geminis lag in einer „Mark II Mercury“ Studie, welche eine verbesserte Mercury Kapsel für zwei Astronauten und längeren Verweilzeiten im All vorschlug. Im Laufe des Jahres 1961 gab es immer mehr Vorschläge, was „Mark II“ leisten sollte, um als Apollo Vorbereitungsprogramm zu fungieren. Es wurde dabei immer klarer, dass die NASA dazu ein weitgehend neues Raumschiff brauchte. Es reichte nicht aus, die Mercury Kapseln etwas zu vergrößern und mehr Vorräte mitzuführen. Es ist daher auch nicht verwunderlich, dass Gemini erheblich teurer als Mercury Mark II wurde, denn schließlich sollte es erheblich mehr leisten als dieses. Auch der Zeitplan war daher nicht einzuhalten.

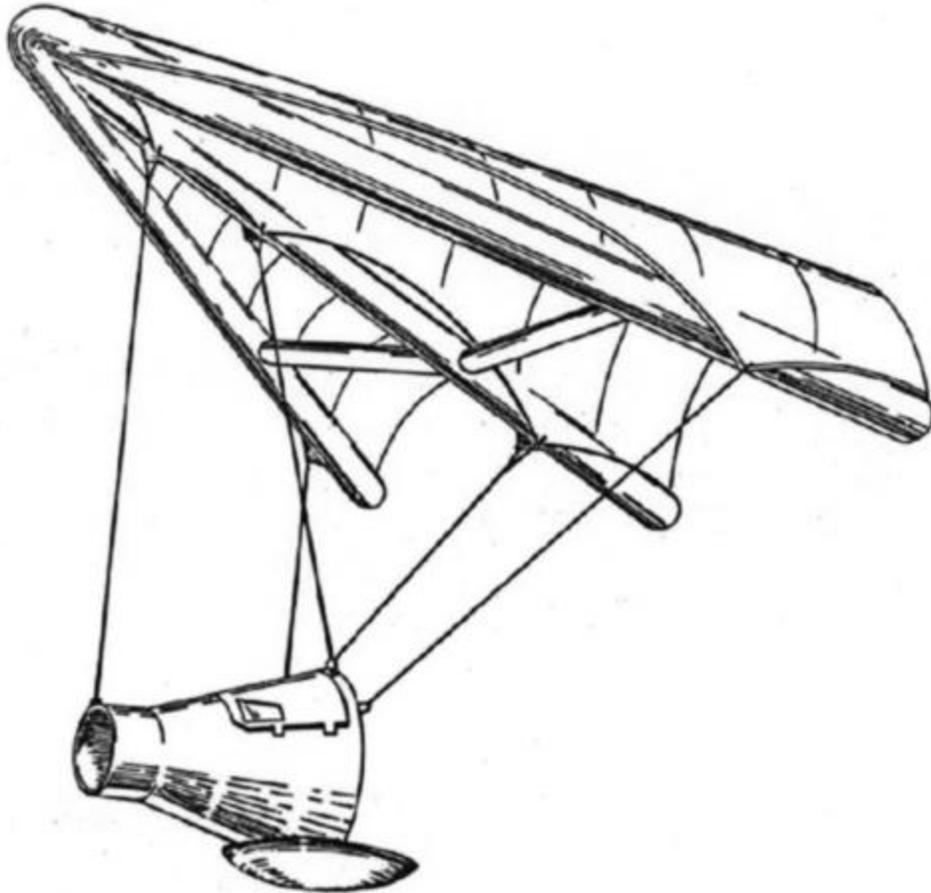
Der Name „Gemini“ wurde aus mehreren Gründen bevorzugt. Zum einen, weil der Übergang zu einer Zweimannbesatzung nach einem neuen Namen verlangte. Zum anderen, weil zwölf Flüge geplant waren und das Sternbild Zwillinge (englisch „Gemini“) eines von zwölf Tierkreiszeichen war. Zuletzt weil das Symbol für dieses Tierkreiszeichen  $\Pi$  an die Ursprünge als „Mark II“ Programm erinnerte. Der Vorschlag stammte von Al Nagy, einem Ingenieur im Direktorat für bemannte Raumflüge, der ihn am 11.12.1961 an George Low, Leiter des Direktorats, sandte. Schon am 3.1.1962 benannte die NASA offiziell Mercury Mark II in „Gemini“. Andere Vorschläge, die in die Endauswahl kamen, waren „Diana“, „Valiant“ und „Orpheus“.

Die Nummerierung der Flüge geschah damals in römischen Ziffern (I-XII). Auch die Titan wurde als „Titan II“ bezeichnet. Heute werden hingegen meist arabische Ziffern verwendet, welche ich auch im Folgenden verwendet habe.

Die Ziele orientierten sie sich an den Anforderungen des Apollo Programms. Für Apollo musste die Besatzung im Erd- und Mondorbit die Mondfähre an- und abkoppeln. Es musste nach tagelangem antriebslosem Betrieb der Antrieb des Raumschiffes gezündet werden, um in eine Mondumlaufbahn zu gelangen und von dort wieder zur Erde. Die Astronauten mussten auf dem Mond arbeiten; aber auch Bänder und Filmkassetten von Instrumenten, die am und im Servicemodul angebracht waren, mussten geborgen werden. Sie mussten also handwerkliche Arbeit im Weltraum verrichten. Diese Arbeiten erwiesen sich als die schwerste Aufgabe.

Auch der Zeitplan musste sich an Apollo orientieren. Gemini musste beendet sein, bevor Apollo begann. Der Flug von Apollo 1 war für den März 1967 geplant. Mit den nötigen Vorbereitungen für Apollo musste Gemini im Jahr 1966 abgeschlossen werden. Gemini war das einzige bemannte Raumfahrtprogramm, bei der keine Hardware übrig blieb. Alle Kapseln wurden gestartet. Bei der Agena sogar das Exemplar für Bodentests und die Atlas-Trägerrakete musste von dem Lunar Orbiter Programm zur Verfügung gestellt werden.



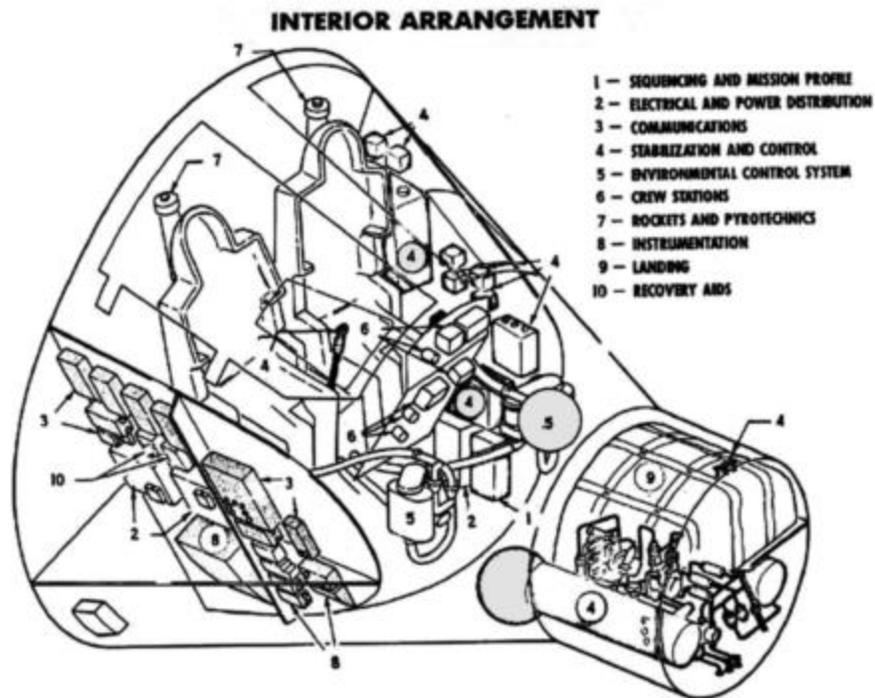


*Abbildung 1: Der ursprünglich geplante Paraglider im Windkanal (links) und skizzierter Einsatz (rechts). (Bild: NASA)*

## Aufschlüsselung der Kosten des Gemini Programmes

Missionsdurchführung und Bergung	82,3 Mill. \$
Umrüstung Bodenstationen	64,2 Mill. \$
Titan 2 (bestellte Exemplare und Anpassungen)	283,3 Mill. \$
GATV und ATDA	100,1 Mill. \$
Atlas (7 Träger)	31,1 Mill. \$
Raumfahrzeuge	790,4 Mill. \$
Davon Kapseln	696,1 Mill. \$
Davon Entwicklungskosten Paragliderkonzept	27,4 Mill. \$
Davon AMU	24 Mill. \$
Gesamtkosten	1354,3 Mill. \$

Aufschlüsselung der Kosten des Gemini Programmes	
Missionsdurchführung und Bergung	82,3 Mill. \$
Umrüstung Bodenstationen	64,2 Mill. \$
Titan 2 (bestellte Exemplare und Anpassungen)	283,3 Mill. \$
GATV und ATDA	100,1 Mill. \$
Atlas (7 Träger)	31,1 Mill. \$
Raumfahrzeuge	790,4 Mill. \$
Davon Kapseln	696,1 Mill. \$
Davon Entwicklungskosten Paragliderkonzept	27,4 Mill. \$
Davon AMU	24 Mill. \$
Gesamtkosten	1354,3 Mill. \$



*Abbildung 2: Frühe Studie der Mercury Mark II Kapsel (Bild: NASA)*

# Das Gemini Raumschiff

Die Hardware war ein Kompromiss zwischen Innovation und Bewährtem. Die Gemini Kapsel war eine in den Dimensionen vergrößerte Mercury Kapsel mit einem zusätzlichen Versorgungsmodul. Bei einem 50% höheren Gewicht gab es Platz für zwei Sitze.

Die Kapsel bestand aus drei Teilen: der Wiedereintrittseinheit (englisch: Reentry Module), der Ausrüstungseinheit (Equipment Module) und der Bremseinheit (Retrograde Section). Die beiden Letztgenannten wurden auch zur Adaptereinheit (Adapter Module) zusammengefasst.

Die Wiedereintrittseinheit war die Kapsel, in der die Astronauten saßen. Daran schloss die Bremseinheit in Form eines Kegelstumpfes an. Sie diente dazu, die Kapsel vor dem Wiedereintritt abzubremsen, sodass der niedrigste Punkt der Bahn am Erdboden lag. Danach wurde Sie abgetrennt. Das Ausrüstungsteil, ebenfalls ein Kegelstumpf, war der größte Teil des Raumschiffs. Er umfasste sämtliche Treibstoffe zur Lageregelung, Brennstoffzellen, das Lebenserhaltungssystem, Gase und Wasser. Er wurde vor dem Wiedereintritt abgetrennt.

Das Design der Kapsel war so ausgelegt, dass hochtemperaturfeste Materialien wie Titan an den Teilen verwendet wurden, die bei Start oder Landung hoher Hitze ausgesetzt waren oder die druckdicht sein mussten. Aluminium und Magnesium als leichtere Metalle aber mit niedrigerer Festigkeit, insbesondere bei erhöhten

Temperaturen, wurden für Innenverkleidungen und für die Ausrüstungseinheit verwendet.

Die Kapsel wog nach der Landung noch etwa 2.100 kg. Das Startgewicht war abhängig von der Missionslänge und den durchgeführten Veränderungen des Orbits. Es variierte zwischen 3.200 und 3.700 kg. Das Raumschiff war für Missionen von bis zu 14 Tagen Länge konstruiert.

Das Gemini Raumschiff wies eine hohe Anzahl von redundanten Bauteilen auf, um ein Höchstmaß an Sicherheit zu gewährleisten. So gab es bis zu sechs Brennstoffzellen, obwohl selbst für eine 14 Tage Mission drei ausreichten. Das Gemini Raumschiff sollte die primären Missionsziele mit einer Zuverlässigkeit von 0.95 erfüllen können. (Anders ausgedrückt, bei 20 Flügen wäre es theoretisch einmal vorgekommen, dass der Flug wegen Ausfall einer wichtigen Komponente abgebrochen werden muss). Die Sicherheit für die Besatzung wurde erheblich höher veranschlagt. Hier beträgt die Zuverlässigkeit der entsprechenden Systeme 0.995. (Entsprechend einem Verlustrisiko der Besatzung von 1:200.) Das Space Shuttle weist dagegen nach NASA Angaben ein Verlustrisiko von 1:80 auf. Apollo wurde für ein „Loss of Crew“ Risiko von 1:1000 konstruiert. Die gesamte Montage erfolgte in Reinräumen. Alle für die Sicherheit wichtigen Teile wurden vor der Montage mit Röntgenstrahlen durchleuchtet. Die Fotografien wurden von externen Instituten ausgewertet und auf Haarrisse untersucht.

Die Firma McDonnell bekam einen Kontrakt über 696,1 Millionen Dollar für die Entwicklung und den Bau der Kapsel. McDonnell hatte schon die Mercury Kapseln gebaut und konnte auf den dort gewonnenen Erfahrungen aufbauen. Dieser umfasste 15 Kapseln, davon zwei für unbemannte Tests sowie 13 Flugexemplare, davon zwölf für Einsätze und

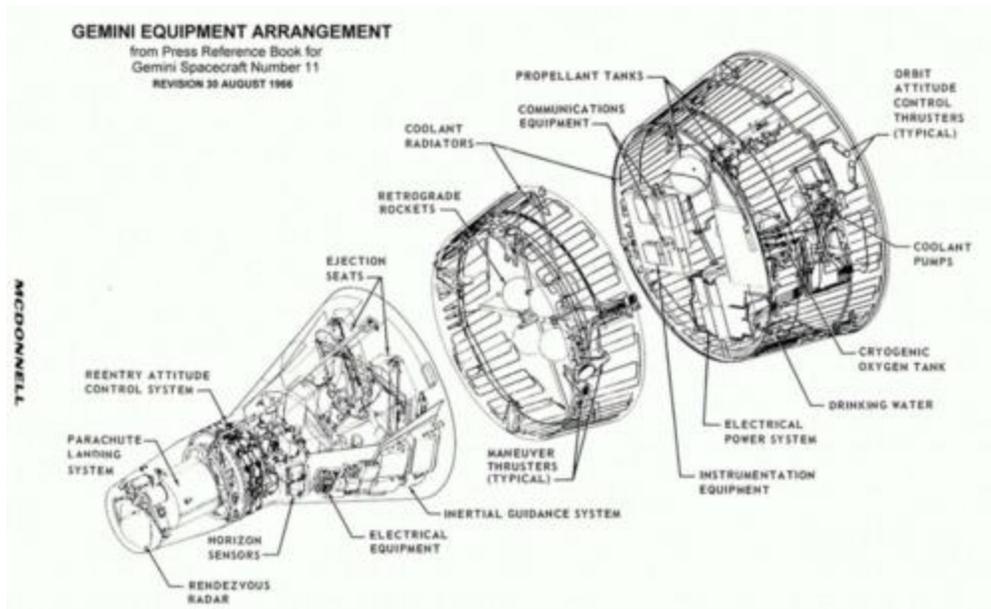
eines für Tests am Boden. Dazu kamen zwei Simulatoren mit dem Innenleben der Kapsel, ein Simulator für Andockmanöver, fünf Modelle für Tests am Boden und drei statische Hüllen für Vibrations- und Aufschlagprüfungen. 27,4 Millionen wurden für die Entwicklung eines Paragliders (Gleitschirms) ausgegeben, bevor diese abgebrochen wurde. Wie bei anderen Raumfahrtprojekten war die Entwicklung deutlich teurer als die Fertigung, welche für ein Exemplar 13 Millionen Dollar kostete. Heute ist McDonnell Bestandteil des Boeing Konzerns.

<b>Kerndaten Gemini Raumschiff</b>	
Besatzung:	2 Mann
Startgewicht:	3.200-3.700 kg
Landegewicht:	2.100 kg
Länge gesamt:	5.70 m
Länge Kabine:	3,50 m
Länge Ausrüstungseinheit:	2,30 m
Durchmesser:	3,30 m maximal, 1,00 m minimal
Wohnvolumen:	2,3 m <sup>3</sup>
Auftrieb/Widerstand:	0,19

Kerndaten Gemini Raumschiff	
Besatzung:	2 Mann
Startgewicht:	3.200-3.700 kg
Landegewicht:	2.100 kg
Länge gesamt:	5,70 m
Länge Kabine:	3,50 m
Länge Ausrüstungseinheit:	2,30 m
Durchmesser:	3,30 m maximal, 1,00 m minimal
Wohnvolumen:	2,3 m <sup>3</sup>
Auftrieb/Widerstand:	0,19



*Abbildung 3: Mockup des Raumschiffs und des Docking Adapters (Bild: NASA)*



*Abbildung 4: Wichtigste Systeme des Gemini Raumschiffs  
 (Bild: NASA)*

## **Die Wiedereintrittseinheit**

Dies war der Teil, in dem die Astronauten „wohnten“. Er zerfiel in drei Teile: dem Docking Adapter an der Nase, der Kabine und der dazwischen liegenden Wiedereintrittskontrollsektion (**R**entry **C**ontrol **S**ystem, RCS). Das nutzbare Innenvolumen der Kabine betrug 2,28 m<sup>3</sup>. Mercury bot 1,40 m<sup>3</sup> Wohnvolumen und Apollo 6,00 m<sup>3</sup>. Im Vergleich zu diesen beiden Missionen war es in Gemini also am beengtesten, wenn die Besatzungsstärke berücksichtigt wird. Im englischen Sprachgebrauch hieß die Kapsel auch „Reentry and Recovery Section“. Die Form der Kapsel war so gewählt worden, dass ihr aerodynamischer Auftrieb beim Eintritt durch das RCS gesteuert werden konnte.

## **Struktur**

Die Kabine besteht aus einem abgeschnittenen Kegelstumpf. Sie war für eine Druckdifferenz von 0,21 bis 0,84 bar ausgelegt. Der Rahmen bestand hauptsächlich aus Titan (85%) und Magnesium, was für ein niedriges Gewicht bei hoher Stabilität sorgt. Die tragende Struktur bestand aus einer Halbhelix aus Titanringen mit Längs- und Querversteifungen von 4 mm Materialstärke. Die Innenverkleidung der Kabine bestand aus 2,54 mm dicken Titanblechen. An der Außenseite wurden Platten aus „Rene 41“ angebracht. Rene 41 ist eine Legierung aus 57% Nickel mit 19% Chrom 11% Kobalt 10% Molybdän und 3% Titan. Diese hochtemperaturfeste Legierung wird auch für Gasturbinen verwendet und oxidiert selbst bei 1.000°C nicht. Die Rene 41 Bleche wurden zur effektiven Temperaturabstrahlung und zum Schutz an der Oberfläche oxidiert und mit einer keramischen Schutzschicht überzogen, die Temperaturen bis zu 1.260°C widerstand und vor Kratzern schützte. Diese Temperaturstabilität war notwendig, weil beim Wiedereintritt das heiße Plasma über die Kapseloberfläche strömte. Die Materialstärke der Platten betrug zwischen 0,228 und 0,711 mm (im Mittel: 0,4 mm). Das Heck und die Struktur der Nase bestanden aus Beryllium. Die Nasenspitze war zusätzlich von einer Verkleidung aus glasfaserverstärktem Kunststoff umgeben, welche vor dem Wiedereintritt abgesprengt wurde. Die Gesamtlänge aller verbindenden Schweißnähte betrug 75 m.

In der Kapsel befanden sich fünf Buchten für Ausrüstung und Nahrung: Zwei an der Seite und drei am Boden der Kabine. Sie waren unterteilt in Buchten für Ausrüstung, die unter Druck stehen musste, und in Buchten für Gerätschaften, für die dies nicht notwendig war. Letztere waren einfach zugänglich; dazu gab es außen Zugangsöffnungen, die erst vor dem Start verschlossen wurden. Dadurch waren Änderungen, die sich aus den

Erfahrungen früherer Missionen ergaben, schneller umsetzbar, und erst damit war die hohe Startrate von einer Mission alle zwei Monate (bei Mercury alle 6-7 Monate) möglich.

Die Türen wurden mit 149 Bolzen befestigt und konnten bis zu einer Höhe von 20.000 m abgesprengt werden. Sie befanden sich über den Sitzen. Beim Öffnen in den Weltraum wurden sie jeweils von zwei Angeln gehalten.

Es gab über den Sitzen in den Türen zwei Fenster von 18 x 20 cm<sup>2</sup> Größe. Die Fenster bestanden aus jeweils drei Scheiben, einer inneren Scheibe und zwei äußeren, mit Abstandstrennern. Der Zwischenraum war mit Luft gefüllt. Die äußeren beiden Scheiben waren bei Kommandant und Copilot identisch. Sie bestanden aus 5,6 mm starken Scheiben aus „Vycon“, einem Glas mit 96% Silikatanteil. Das innere Fenster des Kommandanten war ebenfalls 5,6 mm stark und bestand aus temperaturbehandeltem Aluminosilikatglas. Das innere rechte Fenster, über dem Copiloten, welches bei normaler Ausrichtung der Kapsel zur Erde zeigte, war dagegen wie die äußeren Scheiben aus 9,7 mm starkem Vycon. Es hatte eine bessere optische Durchlässigkeit für Bodenbeobachtungen und Aufnahmen. Es zeigte sich, dass die Stufentrennung viel Schmutz auf den Fenstern hinterließ. So bekamen spätere Kapseln eine Schutzfolie über den Fenstern, mit einer daran angebrachten Flügelschraube, die der Astronaut bei einer EVA lösen und damit die Folien entfernen konnte.

Die Form des Hitzeschutzschildes entsprach einem 2,44 m durchmessenden Kugelschnitt einer Kugel von 3,57 m Durchmesser. Er bestand aus einer Basis aus Beryllium, auf der eine Wabenstruktur aus Fiberglas angebracht war. Die Waben waren mit einer Phenolharz- / Silikatmasse ausgekleidet. Diese Schicht sublimierte beim Wiedereintritt

und nahm dabei einen Teil der Bewegungsenergie der Kapsel auf. In der Atmosphäre stabilisierte ein 3,20 m großer Pilotfallschirm den Abstieg. Danach bremsten zwei Fallschirme die Kapsel ab: ein Bremsfallschirm von 5,50 m Durchmesser und ein Hauptfallschirm von 26,50 m Durchmesser.

## ***Lageregelung***

Alle drei Module von Gemini hatten Triebwerke mit unterschiedlichen Aufgaben. Das RCS (**R**eaction **C**ontrol **S**ystem) der Kapsel ist an der Basis der Nase untergebracht. Der Triebwerksrahmen besteht aus einem Zylinder aus Magnesium, acht Versteifungsleisten und zwei Trennböden. Er ist mit acht Klammern an der Basis befestigt. An ihm sind 16 Düsen in 4 Vierergruppen mit einem Schub von jeweils 111 N angebracht. Das RCS hat die Aufgabe, die räumliche Lage während des Wiedereintritts zu stabilisieren und die Bahn zu justieren. Die Kapsel war so ausgelegt, dass der Schwerpunkt durch Rollmanöver verschoben werden konnte. Dies führte zu einer veränderten Lage und damit zu mehr oder weniger Auftrieb. Damit konnte aktiv die Flugbahn verändert werden. Die Mercury Kapseln konnten dies noch nicht.

Es wurde die sich selbst entzündende Kombination **Monomethylhydrazin** ( $\text{CH}_3\text{-NH-NH}_2$ , MMH) mit Stickstofftetroxid ( $\text{O}_2\text{N-NO}_2$ ) gewählt, und die Tanks mit Stickstoff unter Druck gesetzt. Das Volumen betrug jeweils 8,9 l für den Oxidatortank und 7,1 l für den Treibstofftank. Beide Tanks waren redundant vorhanden. Das System wog 84,3 kg betankt und 49,5 kg leer. Da die korrekte räumliche Lage der Kapsel beim Wiedereintritt lebenswichtig für die Besatzung war, wurde das System auf eine sehr hohe Zuverlässigkeit von 0.9999 ausgelegt. Ausgereicht hätten