

Phobos Grunt

Phobos Grunt ("Grunt" ist russisch für "Boden") war eine Mission des russischen [Raumforschungsinstituts IKI](#), einem Analogon zum Jet Propulsion Laboratory der Amerikaner. Das Raumschiff sollte in den Jahren 2010-2013 den Marsmond Phobos erforschen und einen Lander auf ihm absetzen. Dieser sollte Bodenproben von der Oberfläche des Marsmondes entnehmen und mit einem Rückkehrschiff die gesammelten Proben zurück zur Erde transportieren.

Phobos Grunt sollte nach dem Start im Oktober 2009 im Juli oder August 2010 eine Umlaufbahn um den Mars erreichen. Dieser Starttermin ließ sich nicht halten und aufgrund von Planetengeometrien verschob sich der Start um zwei Jahre auf 2011.

Das Raumschiff würde den Mars neun Monate umkreisen und dabei seinen Orbit mit dem des Mondes Phobos synchronisieren, um schließlich auf ihm zu landen. Phobos-Grunt führte ein Analysenlabor mit, sowie diverse Bohrer, Schaufeln und andere Instrumente, um sowohl Bodenproben nehmen, als auch diese direkt an Bord zu analysieren zu können. Dabei war das Problem die geringe Schwerkraft auf der Oberfläche des nur 14 km durchmessenden Marsmondes. Das Raumschiff wog gelandet nur etwa 0.5 kg und bei sämtlichen Bohrungen und Schaufelbewegungen mußte darauf geachtet werden, nicht gleich wieder abzuheben. Daher konnte der Bohrer nur einige Zentimeter in den Phobosboden bohren und die Schaufel ebenfalls nur geringen Druck bei den Erdbewegungen ausführen. Ein Instrumentenarm konnte Felsbrocken bis zu etwa 1 cm Durchmesser aufheben und in das Analysenlabor befördern. Dieses verdampfte die Proben und maß deren Zusammensetzung durch spektrale Analyse des bei der Pyrolyse entstehenden Gases.

Phobos Grunt führte huckepack ein kleines Rückkehrschiff mit, das für die Rückkehr zur Erde nur etwa 30 km/h schnell sein mußte, um die Schwerkraft von Phobos überwinden zu können. Um bei dessen Start den Lander nicht zu gefährden, der weiter auf Phobos aktiv bleiben sollte, würde das Rückkehrschiff mit einem Federmechanismus zunächst ohne Triebwerksaktivitäten vom Boden des Mondes Phobos hochkatapultiert. In weiterer Entfernung über der Oberfläche startete sein Triebwerk und brachte das Rückkehrschiff in einen Rückkehrorbit zur Erde.

Phobos Grunt war ebenfalls Trägerraumschiff für den 115 kg schweren chinesischen Orbiter [Yinghuo-1 \("YH"\)](#), der nach Absetzen in einem marsianischen Orbit die Marsatmosphäre studieren sollte. Der Startschub der mächtigen [Zenit-Startrakete](#), zusätzlich ausgestattet mit einer [Fregat-Oberstufe](#), ermöglichte die Mitnahme von 20 Experimenten aus den verschiedensten Ländern, so z.B. ein Bodenprobenlabor aus China. Das weitaus exotischste Experiment war dabei [das "Life"-Experiment der amerikanischen Planetary Society](#): es führte eine Probe mit 31 verschiedenen Mikroorganismen und Mikroben bei dem auf 3 Jahre angelegten Raumflug mit, um die Auswirkungen des Raumfluges auf diese untersuchen zu können. IKI hatte am 22. Januar 2009 noch einmal [explizit bestätigt](#), dass dieses biologische Experiment Teil der Ausstattung von Phobos Grunt sein würde. Das gesamte Trägerraumschiff hatte einschließlich des Treibstoffs [eine Masse von 11 t \(!\)](#), davon 2.1 t für das eigentliche Landerraumschiff.

Anfang 2009 wurde die Instrumentenausstattung von Phobos Grunt abgestrippt, auch wegen mangelnder Kapazitäten in den am Projekt beteiligten Ländern. Die festgelegte Instrumentenausstattung zu diesem Zeitpunkt umfasste

1. **Chromatographie-Massenspektrometer** - Instrument bestehend aus einem Gaschromatographen (Zusammenarbeit mit Frankreich und Deutschland), einem Massenspektrometer, und einem Thermal Analyzer (Zusammenarbeit mit China)
2. **kombinierte Wissenschaftsapparatur** - bestehend aus verschiedenen Instrumenten, darunter einem Star Tracker, dem Navigationssystem und einem Mößbauer-Spektrometer (Zusammenarbeit mit Deutschland)
3. **Gammaskpektrometer, Neutronenspektrometer** (ähnlich wie schon an Bord von Mars-96).
4. **IR-Spektrometer**
5. **Mikrometeorid-Detektor**

6. Detektor für kosmischen Staub

7. **Plasma-Experiment** (ähnlich wie schon an Bord von Mars96)

8. **Langwellen-Planet radar** (ähnlich [Marsis](#) bei [MEX](#) und [SHARAD](#) bei [MRO](#))

9. **Thermodetektor**

Eine Zusammenfassung der Instrumentenausstattung ist [hier als .pdf-Dokument](#) erhältlich. Phobos-Grunt sollte ebenfalls eine sog. [MetNet-Sonde](#) mitnehmen, um mit ihr eine neue Landetechnik auf dem Mars für meteorologische Stationen auszuprobieren. Ob diese finnische Sonde rechtzeitig fertigwürde, war allerdings fraglich.

Phobos-Grunt sollte im Oktober 2009 starten und den Mars Mitte 2010 erreichen. Ein treibstoffsparender Starttermin wäre der 14. Oktober 2009 ([siehe Untersuchung aus dem Jahre 2002](#)) und der entsprechende Ankunftsstermin am Mars der 2. September 2010 gewesen. Die Ankunft des Rückkehrraumschiffes war für 2012 geplant und das gesamte Projekt sollte bis 2013 dauern. Aufgrund technischer und monetärer Probleme verschob sich der Start jedoch um zwei Jahre auf 2011. Der geplante Ablauf der Mission war wie folgt:

- **Start in Baikonur:** Oktober 2009. Das Startfenster beträgt zwei Wochen.
- **Flugdauer zum Mars:** 11 Monate
- **Marsankunft:** August / September 2010
- **Landung auf Phobos:** April 2011. Beginn der wissenschaftlichen Experimente
- **Rückstart der Rückkehrsonde zur Erde:** August 2011
- **Erdankunft:** Juli 2012
- **Ende der Mission** des Landers auf Phobos: Anfang 2013

Ein 10:30 Minuten langes Video auf YouTube (in russischer Sprache) zeigt sehr anschaulich den Ablauf der Mission. In ihm ist allerdings nichts von Yinghuo-1 zu sehen:

Im Folgenden einige Bilder und weitere Information zu dieser Mission.

Abb. 1: Schematischer Aufbau von Phobos Grunt. Auf dem Raketenantrieb aufgesetzt ist die 110 kg chinesische Sonde Yinghuo-1 ("YH-1") angebracht, darauf das Phobos-Grunt Raumschiff mit all seinen Instrumenten, das auf Phobos landet. Ganz oben befindet sich die Rückkehrsonde, die kleine goldene Kugel mit den Solarzellen für seine Stromversorgung, die die Phobos-Bodenproben zurück zur Erde transportiert.

Abb. 2: Phobos Grunt ausgestellt auf einer Raumfahrtmesse in Moskau. Das gesamte Raumschiff passt in eine Zenit-Oberstufe. Die goldene Halbkugel ganz oben ist die Rückkehrkapsel, die die Phobos-Bodenproben zurück zur Erde bringt.

Die gesamte Raumschiffkombination war ein außergewöhnliches Schwergewicht, typisch russisch eben. Die Bestandteile waren folgende:

Bestandteil	Masse
cruise stage dry mass	690 kg
cruise stage fueled mass	1.240 kg
return stage dry mass	107 kg
return stage fueled mass	148 kg
reentry capsule mass	10,9 kg
Mars Meteorological Lander, MML (Finland)	16 kg

frame with adapter and separation system	172 kg
Yinghou-1 satellite	115 kg
propulsion system dry mass	592 kg
propulsion system fueled mass	5.842 kg
external tank dry mass	335 kg
external tank fueled mass	3.390 kg
other hardware	66 kg
total dry mass of the spacecraft	2.103 kg
total fueled mass of the spacecraft	11.110 kg

Hier eine bildliche Darstellung der gesamten Mission:

Abb. 3: schematischer Ablauf der gesamten Mission. Der YouTube-Film oben auf dieser Seite gibt dazu genaue Details.

Der Landeplatz auf Phobos lag fest. Ihn hatte das europäische Raumschiff Mars Express bereits eingehend abgelichtet. Es standen 2 Landeplätze zur Auswahl:

Abb. 4: Die möglichen Phobos-Grunt Landeplätze hatte Mars Express bereits genauestens kartiert.

Eine sehr schöne Animation der [Phobos-Rotation ist hier](#) beim DLR verfügbar.

Phobos-Grunt in der Endmontagehalle. Ausschnitt aus einem Bericht des russischen Fernsehens.

In einem Bericht des russischen Fernsehens vom Januar 2009 wurde das Raumschiff der Öffentlichkeit vorgestellt. Hier bestätigte der Direktor von NPO Lavotschkina, Georgy Poleshyuk, noch einmal explizit, das Phobos-Grunt im Oktober 2009 starten würde. Das nebenstehende Bild zeigt das Raumschiff in der Endmontagehalle noch ohne den chinesischen Yinghuo-1-Orbiter der in der Mitte des Rahmens Platz findet. Im unteren Bereich sind die Triebwerke des Trägerraumschiffes zu sehen, am oberen Ende ist der Phobos-Lander montiert.

NPO Lavotschkina ([Newsmeldung siehe hier](#)) bestätigte am 17. März 2009 die Fertigstellung des chinesischen Huckepackorbiters Yinghuo-1, der zu diesem Zeitpunkt in die Endmontagehalle überstellt wurde. Es begannen danach die Tests der Elektronik in der Kombination beider Raumschiffe Phobos-Grunt und Yinghuo-1.

Am 7. April 2009 tauchten die ersten Gerüchte auf, dass das Raumschiff nicht fertig werden würde. Besonders bei der Flugsoftware gäbe es noch erhebliche Rückstände, sodass ein Start im Oktober 2009 unmöglich sein würde. Sollten sich diese Gerüchte bestätigen, dann könnte Phobos-Grunt genau wie auch das Mars Science Laboratory aufgrund von bahnmechanischen Gegebenheiten der Planetenkonstellationen erst im Herbst 2011 starten.

Am 27. Mai 2009 veröffentlichte Novosti Kosmonavtiki eine Meldung, nach der der chinesische Huckepack-Orbiter Yinghuo-1 am 17. Juni 2009 nach Moskau geliefert werde. Der Starttermin im Oktober 2009 sei voll im Plan.

Am 21. September 2009 gab die russische Weltraumbehörde Roskosmos bekannt, dass wegen nicht abgeschlossener Tests der gesamten Raumschiffsstruktur [der Start nicht im Oktober 2009](#) erfolgen könne.

Aufgrund der bahngeometrischen Vorgänge mußte demnach der Start genau wie beim amerikanischen [Mars Science Laboratory](#) ("Curiosity") auf das Jahr 2011 verschoben werden. Damit wurde zum ersten Mal nach 1994 ein mögliches Mars-Startfenster von den auf der Erde vertretenen Raumfahrtorganisationen nicht genutzt. Die Verschiebung war positiv zu sehen, da nun genauestens getestet werden und durch Eile bedingte Fehler vermieden werden konnten. Gerade bei der russischen Raumfahrt war in der Vergangenheit häufig aufgrund von fehlender Testzeit das Scheitern einer Mission geradezu vorprogrammiert. Dieses mal würde es dann hoffentlich besser kommen.

Die Gründe für die Verschiebung [können hier](#) nachgelesen werden. Möglicherweise ergab sich durch den verspäteten Start in 2011 ein [Problem mit dem Startgewicht](#) bei der geplanten kostengünstigeren Zenit-Startrakete.

Am 24. Oktober 2009 wurde bekannt gegeben, dass der Direktor von NPO Lavotschkina und Generaldesigner der Phobos-Grunt Mission, Georgy Poleshyuk, zum 31. Januar 2010 von seinem Amt ausschied. Seinen Posten übernahm Viktor Vladimirovich Khartov. Im März 2010 verkündete der stellvertretende Direktor von Roskosmos, Anatoly Shilov, dass der [Instrumentenarm von Phobos-Grunt durch einen "Manipulator" ersetzt werden würde](#). Der bisherige Instrumentenarm sei in der geringen Schwerkraft auf Phobos ungeeignet, seine Mission erfüllen zu können und dies sei mit einer der Hauptgründe für die Verschiebung der Mission auf das Jahr 2011 gewesen. Genauere Details darüber, ab wann dieses Problem erkannt, und warum bis kurz vor dem Starttermin am Flug von Phobos-Grunt festgehalten worden war, wurden nicht mitgeteilt.

In einer Veröffentlichung am 9. März 2010 ([siehe das russ. Original](#)) wurde von Roskosmos mitgeteilt, dass es sich bei dem nun geplanten "Manipulator" um eine Art Abbauhammer handelt, der Stücke des Bodenmaterials abschlagen und in das Analysenlabor befördern soll. Es sei das zentrale Instrument der ganzen Mission, welche ohne die geplante Probenrückführung auf die Erde sinnlos sei.

Die Mission scheiterte beim Start grandios. Phobos-Grunt erreichte nicht die Einschußbahn in den Transfer zum Mars und stürzte aus einer niedrigen Erdumlaufbahn um 18:55 Uhr MEZ am Sonntag, den 15.01.2012 in den Pazifik 1250 km westlich der Insel Wellington (Chile). [Details dazu siehe hier](#).

