

# Best Design Award



## Application

**German Space Education Institute  
Moonbuggy Team 2008**

[www.spacepass.de](http://www.spacepass.de)

## 1. Who are the members of your team?

Reshma Anwar, 16 Jahre, Gymnasiastin, deutsch  
Andriy Garkavyy, 17 Jahre, Gymnasiast, ukrainisch  
Philipp Hanstein, 16 Jahre, Gymnasiast, deutsch  
Markus Reichelt, 16 Jahre, Gymnasiast, deutsch  
Alexander Uth, 15 Jahre, Gymnasiast, deutsch  
Peggy Zinsmeyer, 14 Jahre, Gymnasiastin, deutsch



## 2. Who was responsible for what part of the project?

Peggy Zinsmeyer: 1st Fahrerin, 2nd Telemetrie, Konstrukteur

Andriy Garkavyy:  
1st Fahrer, Konstrukteur, Russisch Übersetzer

Reshma Anwar:  
Sicherheits- und Protokollchefin, 2nd Fotograf, Back-Up-Fahrerin

Philipp Hanstein:  
1st Telemetrie, Konstrukteur, Gesundheit, 2nd Mechaniker

Markus Reichelt:  
1st Presseprecher, (Foto/Video), Konstrukteur

Alexander Uth:  
1st Mechaniker, 2nd TV-Kamera, Zeitplaner, Konstrukteur

### 3.. What did it cost?, What would a second vehicle cost?

Das erste deutsche Moonbuggy aus dem Jahre 2007 namens „Ganymed 1“ kostete ca. 12.000 Euro (in Klammern im aktuellen Dollarwert darstellen). Das zweite Moonbuggy „Ganymed 2“ ist derzeit in Konstruktion und bindet bereits heute ein finanzielles Budget von ca. 30.000 Euro. Es ist geplant, dieses Fahrzeug im Jahre 2009 zum 40. Jahrestag der ersten bemannten Mondlandung zum Wettbewerb zuzulassen. Es soll komplett aus Kompositmaterialien hergestellt sein (Carbonfibre).

Das in diesem Jahr 2008 vorgestellte Moonbuggy „Ganymed 1B“ ist ein Versuchsbau aus erprobten Baugruppen des „Ganymed 1“ und Protobaugruppen des „Ganymed 2“. „Ganymed 1B“ hat als Versuchsfahrzeug für das Rennen 2008 einen Wert von etwa 20.000 Euro. Es ist bei diesem Fahrzeug nicht geplant, ihn in Serie herzustellen oder nachzubauen – es ist nur ein Versuchs- und Testapparat. Bei allen angegebenen Werten handelt es sich um den reinen Materialwert und Arbeitsleistungen für das maschinelle Bearbeiten der Teile. Nicht aufgeführt sind unsere Konstruktions-, Management- und Organisationsleistungen. Nicht aufgeführt ist auch der hohe Reiseaufwand Germany-USA.

The image is a sponsor logo collage for Bruno Banani. At the top, the text "bruno banani" is written in a large, white, lowercase sans-serif font on a black background, with "NOT FOR EVERYBODY" in a smaller, white, uppercase sans-serif font below it. The collage is organized into three horizontal rows, each with a vertical label on the left and right sides: "Gold", "Silber", and "Bronze".

- Gold Row:** Includes logos for MADLER (founded 1882), Rohloff (with a bird logo), WITTENBECHER MASCHINENBAU GmbH, and cNc Dreherei G. J. GmbH & Co. KG.
- Silber Row:** Includes logos for RAYONIC LASERSCHNEIDTECHNIK CNC-BLECHVERARBEITUNG, schlumpf innovations, HASE SPEZIALRÄDER, BIKE DEPARTMENT OST, HeiterBlick, KIESER TRAINING, MAGURA, PRAUSE DUROTEC, HEXION, and SCHWALBE.
- Bronze Row:** Includes logos for AlSCHMANN, Singlespeedshop (bmx & mtb singlespeed), Althaus Galvanik- und Pulverbeschichtungs GmbH, HinzTec, stabo, ROTOR, and terracirca.

Below the collage, a list of partner companies is provided: Amika Apotheke, Velowelt Leipzig GbR, Fotostudio Knabe Reichenbach, Adams Laden- und Messebau GmbH, Autohaus Burkhard GmbH Liebertwolkwitz, Hydro Aluminium Extrusion GmbH, Feinmechanik Moosdorf toom BauMarkt GmbH Leipzig, Vogelsang Edelstähle, Land- und Kraftmaschinentechnik Stadtlim.

unsere Sponsoren, Partnerfirmen und Spender 2008

#### 4. Where did you do the work?

Wir haben im German Space Education Institute einen CAD-Konstruktionsraum, einen Montageraum, eine kleine Werkstatt und eine kleine Werkhalle. Dort erarbeiten wir die Konstruktion, wählen die Baugruppen aus und stimmen die Teile nach Fertigung aufeinander ab. Die maschinelle Herstellung der Teile erfolgt in Betrieben (Maschinenbau, Fräserei, Dreherei, Fahrzeugbau). Diese Firmen gewinnen wir selbst zum Mitmachen. Danach fahren wir mit unseren Konstruktionszeichnungen in diese Betriebe und lassen die Teile an den dortigen CNC-Maschinen herstellen. Soweit es uns möglich ist, sind wir beim Fertigungsprozess dabei und mit integriert. Während der Schulferien verbinden wir das mit einem betrieblichen Praktikum.



#### 5. What materials do you make the Moonbuggy from?

Der Moonbuggy besteht aufgrund des hohen Festigkeitskoeffizienten noch aus Stahl. Denn Stahl hat die höchste Festigkeit, ist leicht zu verarbeiten und leicht zu reparieren. Dies erfordert die Klappmechanik. Wir haben in der Fortentwicklung der Ganymed-Serie allerdings vorgesehen, das Buggy leichter zu machen bei selber Stabilität. Hierzu sind Konstruktionen aus einem Aluminium-Karbonfaser-Waben-Komposit vorgesehen. Diese Hauptbaugruppen werden auf dem Rennen 2008 zu sehen sein. Versuchsbaugruppen sind im Rennfahrzeug eingebaut. Eine Besonderheit ist die Hinterachsfederung aus geschichtetem Glasfaser (S-Ply von Mercedes-Benz).

## 6. How did you design it?

Der wichtigste Aspekt zur Vorbereitung auf die Konstruktion unseres Moonbuggys war die Analyse der Rennen aus 2006 und 2007. Hier haben wir in Film und Foto gesehen, auf welche Schwachstellen es ankommt. Vor allem muss auf einen niedrigen Schwerpunkt und auf stabile Räder geachtet werden. Aber auch die Vorbereitung der Fahrer ist ganz wichtig.

Wir haben aus den Erfahrungen unseres eigenen Rennens erkannt, dass vor allem die Federung überdacht werden muss. Nachfolgend ist die dazu wichtigste Bilderserie aufgeführt.

Sie zeigt drei Fehler:

- ein Fahrfehler der Fahrerin
- eine zu weiche Federung
- zu kleine Bremsscheiben (im Bild 4 glühen die vorderen Bremsscheiben)

Sie zeigt aber auch einen entscheidenden Vorteil der Konstruktion:

Sie ist sehr robust. Das Fahrzeug konnte den Kurs mit Bestzeit unter den Rookies beenden.



*1. Touchdown am Hindernis durch zu spätes Bremsen und weiche Federn*



2. Verformung empfindlicher Teile am Getriebe durch Steinschlag



3. Eintauchen der zu weichen Federn (das Fahrzeug befindet sich trotzdem auf hoher Fahrt)



*Glühen der vorderen Scheibenbremse (Temperatur ca. 660 Grad noch im Toleranzbereich)*

Wir erarbeiteten die Baugruppen zuerst auf dem Computer mit folgenden Programmen: Solid Works und Corel Draw. Danach fertigten wir aus Pappe und Papier einzelne Bauteile nach Maß an und erforschten daran deren Funktion und Formgebung. Nach der Herstellung und Besorgung aller Teile fügen wir diese zusammen, stimmen sie aufeinander ab und optimieren die Gesamtkonstruktion. Oft müssen Einzelteile dann wieder in die Produktion zur Umarbeitung, da die Genauigkeit der Teile eine Toleranz von 3/100 mm (auch in Inch umrechnen) besitzen darf.



*Solid-Works-Konstruktion des Fahrwerks, alle Elemente davon sind im Rennen 2008 integriert*

## 7. How did you build it?

Teamarbeit, Multidisziplin, Sicherheit, Missionserfolg

Wir arbeiteten in Kooperation mit kleinen und mittelständischen Maschinenbau-Unternehmen.

- wir analysieren und konstruieren zu erst
- dazwischen holen wir uns Tipps und Anregungen in Betrieben
- es wird versucht, so viel wie möglich mit Standardteilen zu arbeiten
- wir besprechen die Herstellung besonderer Teile mit der Industrie
- wir kontrollieren die Herstellung in der Industrie
- wir bauen selbst zusammen
- wir stimmen gemeinsam ab, ggf. gemeinsam mit der Industrie
- wir trainieren mit dem Buggy bis zur Feinabstimmung



*Meiser Hase erklärt uns das Zuschneiden mit Laser, Rayonic GmbH, 12/28/2007*

## 8. How did you pay for it?

Die gesamte Konstruktion (Materialwert und maschinelle Bearbeitung) wurde gesponsert. Der Wert von etwa 20.000 Euro (in Dollar umrechnen) wird in Gold-, Silber- und Bronzesponsoren unterteilt. Dafür tragen wir auf unserer Teamkleidung die Logos dieser Unternehmen. Auch sind sie auf der Webseite und auf Druckerzeugnissen erwähnt. Wir haben dazu kein eigenes Geld aufwenden müssen. Eine finanzielle Hürde stellt allerdings der Flug/Transport/Übernachtung nach Huntsville dar. Hierfür finden sich nur sehr schwer Sponsoren. Die Kosten von ca. 1.800 Euro pro Person (In Dollar umrechnen) können in den Familien nicht überall übernommen werden. Wir haben dazu einen Kredit aufnehmen müssen und arbeiten ihn nach dem Rennen durch Vorträge in Schulen, Firmen und auf Messen zusammen mit der Präsentation des Moonbuggy ab.



*Vortrag auf einem Geschäftstreffen der Gesellschaft für den Mittelstand in Sachsen*

## 9. What design features enhance the robustness of the moonbuggy to ensure survival on the race course?

Hier die wichtigsten Dinge im Überblick:

- Federung vorn, pneumo-hydraulisch
- Federung hinten, Glasfaser in Schichten
- Rollgurte
- sehr stabile Räder (Downhill-Doppelrohrfelgen)
- Drehteile aus Edelstahl

- 20 mm dicke Achsen aus Edelstahl
- Querstabilisator aus Federstahl
- Klappenelemente aus gelasertem Stahl und 12 mm Stahlstiften
- 12 mm starke Riegel zur Arretierung der Konstruktion
- Radsturz 8 Grad
- Torsionsrahmen (Verdrehbarkeit beider Achsen in der Querebene),  $\pm 30$  Grad

Um die Konstruktion so sicher wie möglich zu machen, ist ein möglichst **tief gelegener Schwerpunkt** unumgänglich, damit sich das Buggy wie beim Team aus New Mexico nicht überschlägt. Außerdem musste die Konstruktion den Piloten so viel Schutz wie möglich bieten und trotzdem noch offen genug sein, damit sie sich im Falle eines Unfalles aus dem Fahrzeug befreien können. Da gab es Probleme beim Team Puerto Rico. Eine Besonderheit sind die Gurte. Es wurden **Rollgurte** aus dem Fahrzeugbau verwendet. Sie lassen sich sehr leicht öffnen und schließen.

Damit sich das Fahrzeug während der Fahrt unter starken Belastungen nicht verbiegt, sind an der Vorderachse zwei an Schwingen gelagerte **pneumohydraulische Stoßdämpfer** eingebaut. An der Hinterachse wurden pro Rad **2 Blattfedern aus Glasfaserkomposit** (S-Ply, Mercedes-Benz) verwendet.

Besonders wichtig ist der **Querstabilisator**. Dieses Bauteil wurde bislang bei noch keinem Buggy auf dem NASA-Moonbuggy-Race beobachtet. Der Querstabilisator bewirkt, dass das Fahrzeug in der Kurvenlage stabil und waagrecht zum Erdboden bleibt. Er verhindert ein Umkippen in starken Kurvenlagen.

**Der Sturz** ist die Schrägstellung aller Räder nach innen. Dies wurde auch bei noch keinem Buggy auf dem Moonbuggy-Race beobachtet. Es wird verhindert, dass die Räder durch Seitenkräfte überlastet werden und abbrechen bzw. zerstört werden. So wie jedes Fahrrad sich in der Kurvenfahrt in die Kurve legt, verwenden wir bei unserem Buggy eine „simulierte Kurvenlage“. Die Schrägstellung des Rades um  $8^\circ$  verhindert diese Überbelastung des Rades.

**Die Radwelle** ist aus Edelstahl und hat einen Durchmesser von 20 mm. Da die Räder nur einseitig aufgehängt sind, treten an der Achse hohe Biegekräfte auf. Wir haben die standardisierte Welle eines Fahrrades im Durchmesser verdoppelt um die auftretenden Kräfte abzuleiten. Durch die Verwendung von hochfestem Edelstahl ist es nicht möglich, dass ein Rad abbricht oder eine Achse bricht. Die Belastung der Achse wurde mit dem fünffachen der notwendigen Kraft getestet.

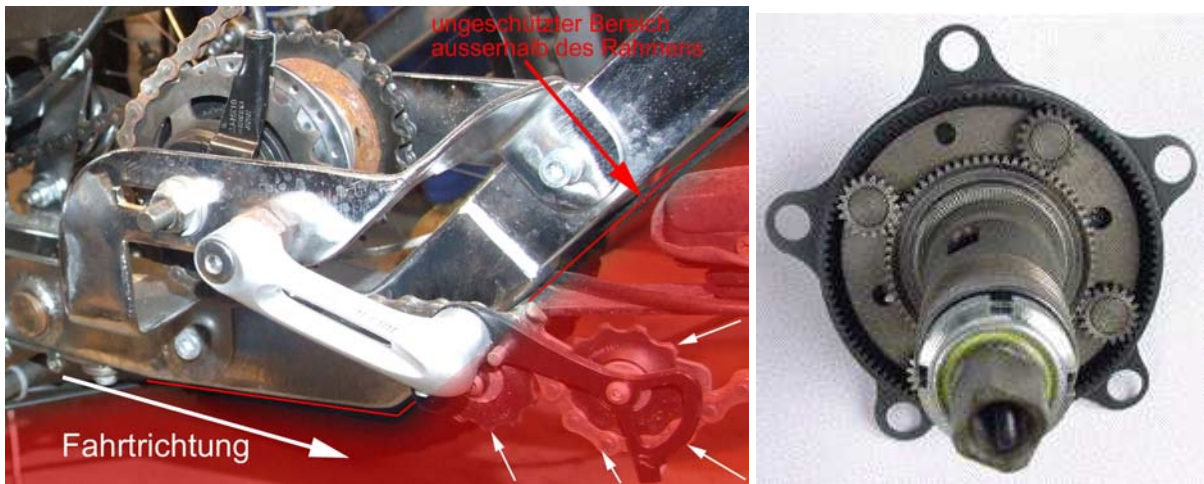
10. Why did you design it that way?

- um den Schwerpunkt möglichst weit nach unten zu verlegen
- um die Sicherheit der Piloten zu gewährleisten
- um eine bestmögliche Fahrdynamik zu erlangen
- um das Buggy stabiler und leichter zu bekommen

11. What part is most likely to break? Why? What can/should be done to minimize the effects of this failure?

Wir haben 25 Schwachstellen lokalisiert und beseitigt. Eine detailliertere Beschreibung dazu ist in der Bewerbung zum Most Unique Award enthalten. Sie ist 30 Seiten dick.

Die schwächsten Teile waren das Kettenschaltgetriebe. Es ist sehr empfindlich gegen Vibrationen. Dies haben wir durch ein zweites Zahnrad-Getriebe aus der Schweiz ersetzt. Diese sind total unempfindlich.



Links: das alte Kettengetriebe, rechts: das neue Zahnradgetriebe

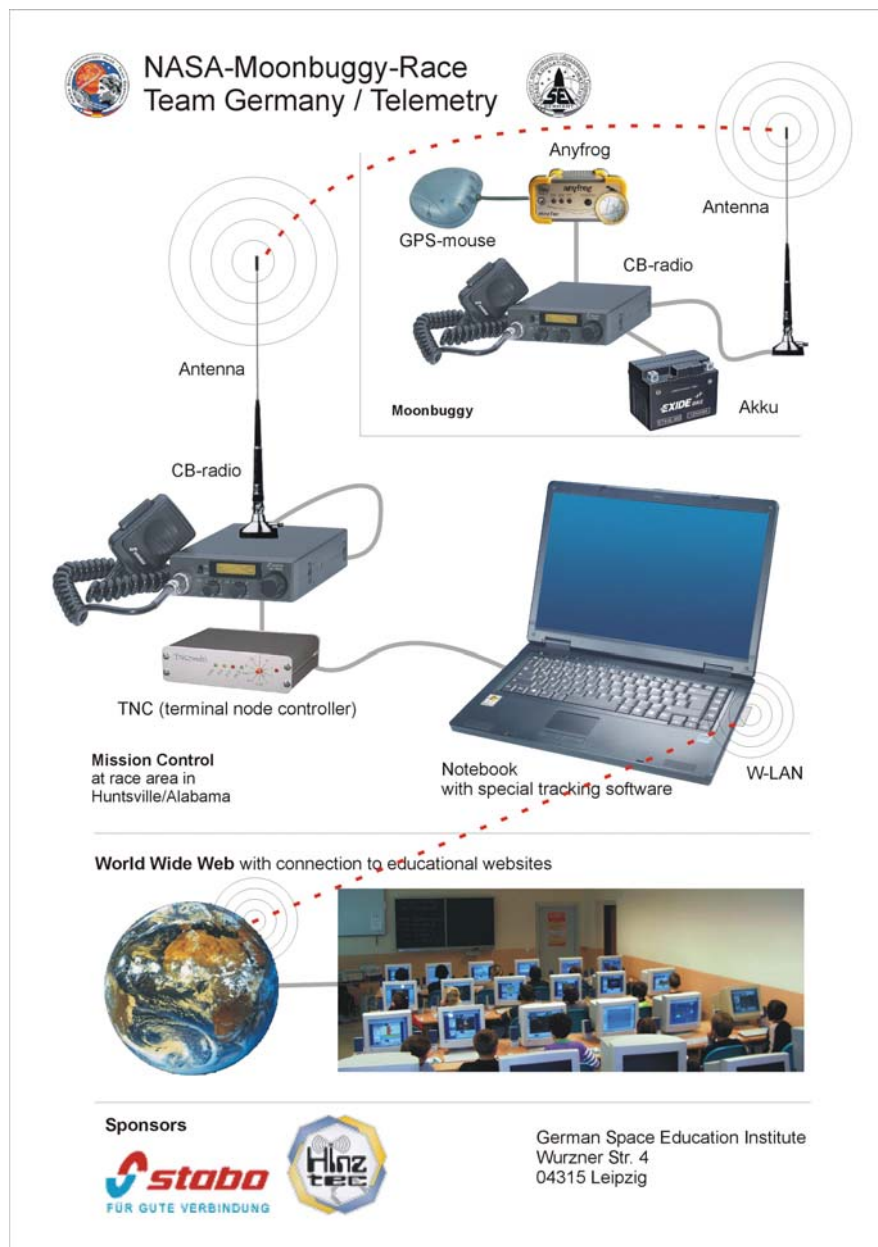
12. What is the most important lesson learned on the project to date?

Wir haben gelernt, dass wir nie aufgeben dürfen, auch wenn die Probleme noch so groß erscheinen. Wenn man dabei bleibt, das Ziel verfolgt und selbst nur das Beste gibt – dann ist nichts unmöglich.

Zusätze:

## 1. Telemetrie

Das automatische Versenden aktuell gemessener GPS-Daten via Funk vom Moonbuggy bis zu einem Mission Control Center in der Nähe des Rennens, erweitert das Sicherheitspotential des Moonbuggys. Der Leiter des Mission Control Centers (ein Schüler) kann im Echtzeit die Position des Moonbuggys verfolgen. Es ist wie als wäre eine Kamera in einer Meile Höhe über dem Renkurs angebracht. Zusätzlich werden aus den Bewegungsdaten die Geschwindigkeit, Richtung und Höhe des Fahrzeuges ermittelt. Im Falle eines Unfalles oder eines Stillstandes kann der Leiter des Mission Control Centers sofort via Sprechfunk (Walkie Talkie) seine Teamkollegen informieren. Diese können in einer vorher festgelegten reihenfolge sofort entsprechende Hilfsmaßnahmen ergreifen. Es gibt dabei kein Durcheinander.



## 2. Geplanter Langzeiteinsatz zur Moonbuggy Regatta

Um die Idee des Moonbuggy-Rennens weiter zu publizieren haben wir die Vision der Moonbuggy Regatta. Unser Ziel ist es, mit dem Moonbuggy die Welt zu umrunden. Es sollen die Wohnorte der Moonbuggy-Teams mit den Stationen der Raumfahrt (Space Center, Produktionsstätten, Universitäten) miteinander verbunden werden. Wir stellen uns dabei vor, dass ein oder auch mehrere Moonbuggys gemeinsam fahren. Die Fahrzeuge können damit zugleich auf ihre Belastungsfähigkeit getestet werden.



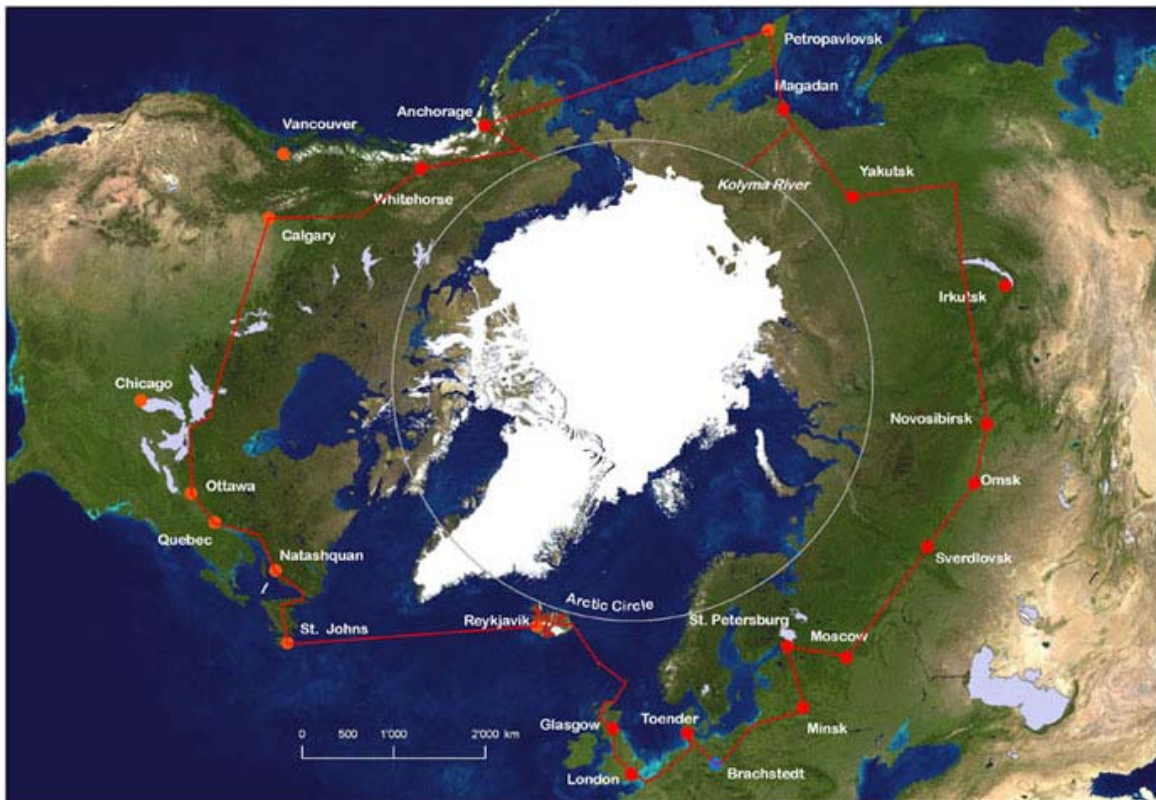
Eine erste Testfahrt unternehmen wir im Sommer 2008 von Berlin nach Moskau (ca. 1200 Meilen). In Moskau ist eine große Empfangsveranstaltung geplant. Deshalb ist die Telemetrie auch so wichtig. Die vom Moonbuggy gesendeten GPS-Daten werden vom Begleitfahrzeug empfangen. In ihm befindet sich die Zwischenstation des Mission Control Center. Von dort aus werden die Daten weiter an das Internet gegeben und in der Rennzentrale ausgewertet. So kann jeder Moonbuggy-Fan weltweit die Bewegungen des Moonbuggys mitverfolgen. Auch ist es dem Begleitteam so möglich, im Ernstfall (Unfall oder Reparatur) sofort zu Stelle zu sein.

Unser Team wurde von einem professionellen Trainer (Kieser Training) für solche körperlichen Belastungen trainiert.

Unsere Erfahrungen und Erkenntnisse dieser ersten Moonbuggy-Regatta möchten wir dem NASA-Moonbuggy Race zum Nachmachen zur Verfügung stellen und damit andere Teams zum Mitmachen aufrufen.

Unser Traum ist eine komplette Amerika-Regatta (alle NASA Space Center + alle Moonbuggy-Schools) im Jahr 2009 zum 40. Jahrestag der Mondlandung von Apollo 11.

Macht alle mit – es genügen auch Teilabschnitte. Wir kommen mit dem Moonbuggy aus Moskau. Später würden wir damit gern um die Welt fahren. Interessenten haben wir bereits unter [www.terracerca.de](http://www.terracerca.de) . Sie sind diese Strecke mit dem Fahrrad gefahren:



### 3. German Moonbuggy "Ganymed" hat Zulassung für Mars 500 Projekt

Das German Moonbuggy "Ganymed" wurde durch das Moscow Aviation Institute und das Institut für biomedizinische Probleme in Moskau als Trainingsgerät im Mars 500 Projekt zugelassen. Das Mars 500 Projekt besteht aus drei biomedizinischen Super Langzeit Experimenten in der Super Isolation. Dabei werden jeweils 6 Crewmitglieder während einer Zeit von 500 Tagen auf alle Fähigkeiten des Lebens und Arbeitens in einem Marsraumschiff-Simulator getestet. Das German Moonbuggy fungiert dabei als Trainingsgerät für die motorischen Fähigkeiten auf einer nachgestalteten Marsoberfläche für zwei Besatzungsmitglieder. Es kommt jeweils nur zum Einsatz, wenn EVA's geplant sind.

Unser Moonbuggy bestand als einziger Bewerber alle sicherheitstechnischen Prüfungen für solch eine wichtige Mission unter fast echten Bedingungen. Das Mars 500 Experiment wird unter internationaler Beteiligung durchgeführt und endet im Jahr 2016.



## Moonbuggy goes Mars in 2008

German Moonbuggy "Ganymed" got the training vehicle of a mars experiment. The scientists want to test the motoric ability in super isolation

Mars 500 Project in Moscow, the 1st super longt time simulation in total isolation for the preparation of a human flight to Mars.



School:

German Space Education Institute  
Wurzner Str. 4  
04315 Leipzig

[www.spacepass.de](http://www.spacepass.de)

Teamleaders:

Ralf und Yvonne Heckel, Space Camp Ambassadors