

System Safety Award



Application

**German Space Education Institute
Moonbuggy Team 2008**

www.spacepass.de

Vorwort

Das deutsche Moonbuggy unterlag von Anfang an besonderen Sicherheitskriterien. Diese wurden vor allem durch den transatlantischen Flug bestimmt. Alle 400 Einzelteile des Moonbuggys müssen den Sicherheitsbestimmungen der Fluggesellschaft und der Imigrationsbestimmungen der Vereinigten Staaten entsprechen. Außerdem musste es eine Zulassung für die Straßen in Deutschland besitzen um ein ordentliches Training zu ermöglichen. Aus diesen Gründen wurde es von Beginn an nach strengen Sicherheitsrichtlinien konstruiert. Es wurden teilweise Fachleute der Sicherheitsbehörden hinzugenommen.

Die Sicherheit des Fahrzeugs musste vor allen in folgenden Bereichen gewährleistet sein:

- Straßenzulassung
- Sicherheitsbestimmungen beim Flug, Gepäcktransfer und Bahntransport
- Sicherheit der Fahrer (Helm, Handschuhe, Protektoren)
- Telemetrie (zeitliche Fernverfolgung des Buggys)
- Gesamtkonstruktion
- verwendete Materialien

Straßenzulassung:

Um eine Straßenzulassung auf deutschen Straßen zu erhalten, muss ein Fahrzeug folgende Kriterien erfüllen:

- eine standardisierte und zugelassene Bremsanlage,
- ein Generator welcher mit Muskelkraft betrieben wird und vorn und hinten am Fahrzeug eine Lichtanlage mit Energie versorgt
- eine stabile und zuverlässige Konstruktion.

Durch unsere 4-Rad-Scheibenbremse, die angebauten Dynamos und Lichter und unserem stabilen Rahmen entspricht das Buggy diesen Anforderungen und darf offiziell auf deutschen Straßen gefahren werden.

Sicherheitsbestimmungen beim Flug:

Ein schwieriges Problem bei der Konstruktion des Buggys war es zu berücksichtigen, dass sämtliche Teile in Koffer verpackt und nach Amerika geflogen werden müssen. Das Buggy musste also auf die Sicherheitsrichtlinien der Fluggesellschaft und der Einreisebestimmungen in Atlanta angepasst werden. Dies betrifft vor allem Beschränkungen in Gewicht, Größe, Toxik, Brennbarkeit, Druckbefüllung, Fluide (Öl, Fett, Bremsflüssigkeit), sowie sämtliches Weglassen von scharfen Ecken und Kanten. Hinzu mussten die Einfuhrbestimmungen mit der Außenhandelskammer in Atlanta besprochen und für jedes Teil eine detaillierte Beschreibung zugesendet werden. Diese Beschreibung umfasst ca. 200 Seiten.

Hiermit erübrigen sich viele weitere Beschreibungen der Konstruktion, da die Sicherheit des Fluges die Grundlage des Transports des Moonbuggys zum Rennen ist. Daraus folgt, dass alle Teile höchsten Sicherheitsanforderungen gerecht werden.

Sicherheit der Fahrer:

Aus der Erfahrung des Vorjahres wurde eine einzige Verletzung festgestellt. Diese sind Abschürfungen an den Unterarmen des ersten Piloten. Nach genauer Analyse dieses Schadens, wurde ein zu weiches Fahrwerk als Ursache erkannt. Es wurde das Fahrwerk verändert und **luftgefederte, ölgedämpfte Stoßdämpfer** verwendet. Nun ist ein zu tiefes Eintauchen des Fahrzeuges und damit die Verkleinerung der Fahrerzelle durch den Radsturz nicht mehr möglich. Es besteht keine Verletzungsgefahr mehr.

Damit die Piloten im Rennen zusätzlich geschützt sind, werden Kleidungsstücke mit eingebauten Hartschalenprotektoren verwendet. Auch deshalb sind nun Verletzungen jeglicher Art an Haut und Körper nicht mehr möglich. Die **Protektorenkleidung** ist für Mountainbike- und Downhillsport zugelassen.



Beide Fahrer benutzen wie vorgeschrieben Helme, Handschuhe und gebundene Hosen.

Konstruktion:

Dieses Fahrzeug wurde auf dem weißen Blatt konstruiert. Es gewann 2007 den **Rookie-Award und den Best-Design-Award**. Es gab keinen Unfall, keine größere Verletzung und es fiel keine Sicherheitsbaugruppe aus. Das Fahrzeug fuhr als einziger Rookie bei beiden Rennen durch das Ziel. Die Konstruktion ist somit sicher und muss in diesem Jahr nur noch optimiert werden. Die Einzelheiten sind nachfolgend beschrieben, sowie in **25**

Analyse des vorhergehenden Rennens



Hier wurde ein Fahrfehler gemacht



Diese Teams machten Konstruktionsfehler

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 physische und geistige 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 Fahrerinnen
- 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, Sicherheitsbauteile blieben stabil



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



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

Einzelveränderungen sind bei der Bewerbung des Most-Improved-Awards (20 Seiten Umfang) detailliert aufgeführt.

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 **pneumo-hydraulische 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° verhindert diese Überbelastung des Rades.

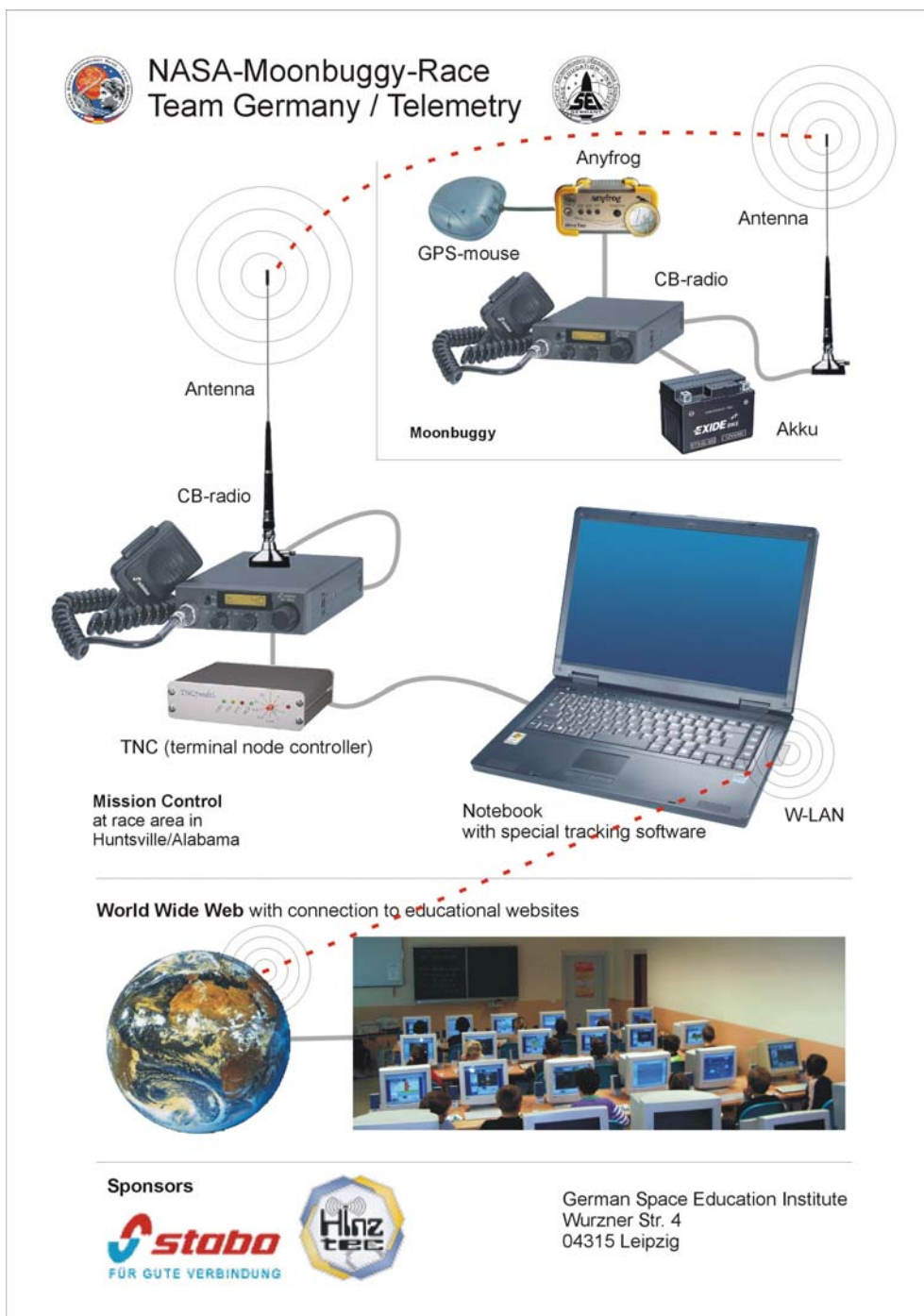
Die Radwelle ist aus Edelstahl und hat einen Durchmesser von 20 mm. Da die Räder nur einseitig aufgehängt sind, treten an der Achse hohe Biegekräfte auf. Wir haben die standardisierte Welle eines Fahrrades im Durchmesser verdoppelt um die auftretenden Kräfte abzuleiten. Durch die Verwendung von hochfestem 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.

Verwendete Materialien:

Das Moonbuggy besteht komplett aus hochwertigen Materialien, die den extremen Anforderungen während des Rennens mehr als gerecht werden, wie zum Beispiel S-Ply Blattfedern (Glasfaserfedern), Edel- und Federstahl und Aluminium. Denn schließlich lässt sich nur durch die Verwendung von hochwertigsten Materialien ein Bruch während des Rennens, der die Sicherheit der Piloten gefährden könnte, vermeiden.

Telemetrie

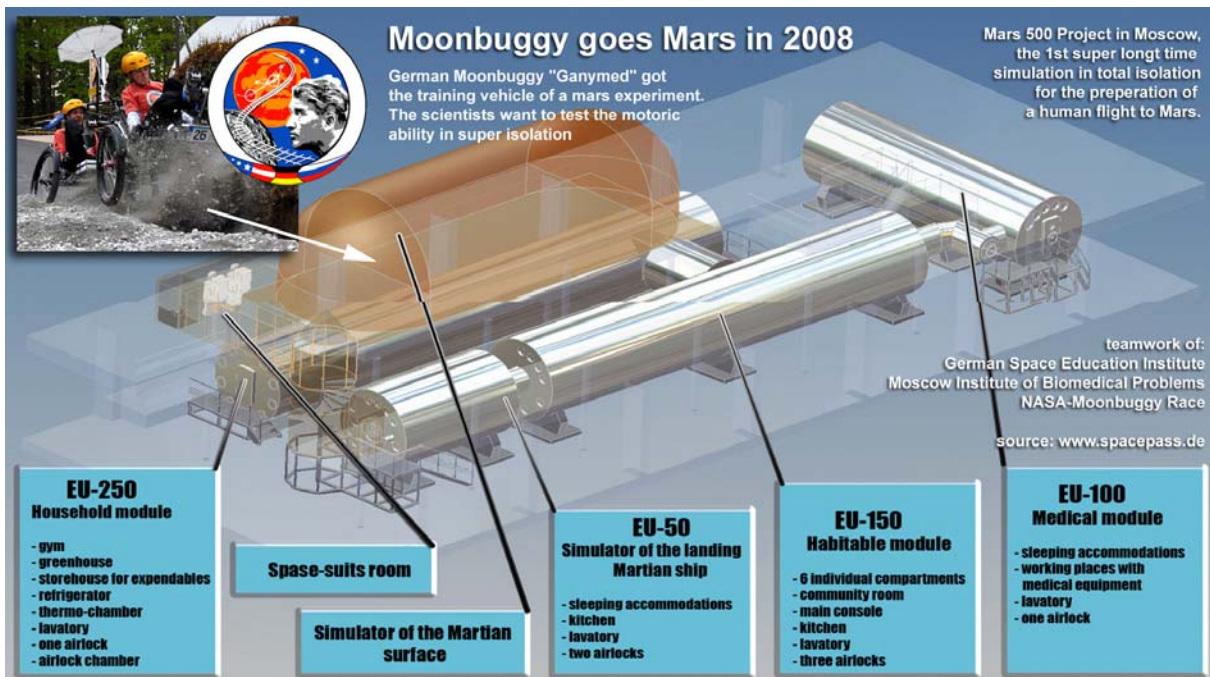
Das automatische Versenden aktuell gemessener GPS-Daten via Funk vom Moonbuggy bis zu einem Mission Control Center in der Nähe des Rennens, erweitert das Sicherheitspotential des Moonbuggys. Der Leiter des Mission Control Centers (ein Schüler) kann im Echtzeit die Position des Moonbuggys verfolgen. Es 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.



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. Es ist Bestandteil der russischen Space Exploration unter der staatlichen Raumfahrtagentur ROSCOSMOS.



Der Marsraumschiffsimulator im Institut für Biomedizinische Probleme wird 2008 besetzt

German Space Education Institute
Moonbuggy Team 2008
Wurzner Straße 4, 04315 Leipzig, Germany

www.spacepass.de

Ralf.Heckel@spacepass.de (Teamleiter)