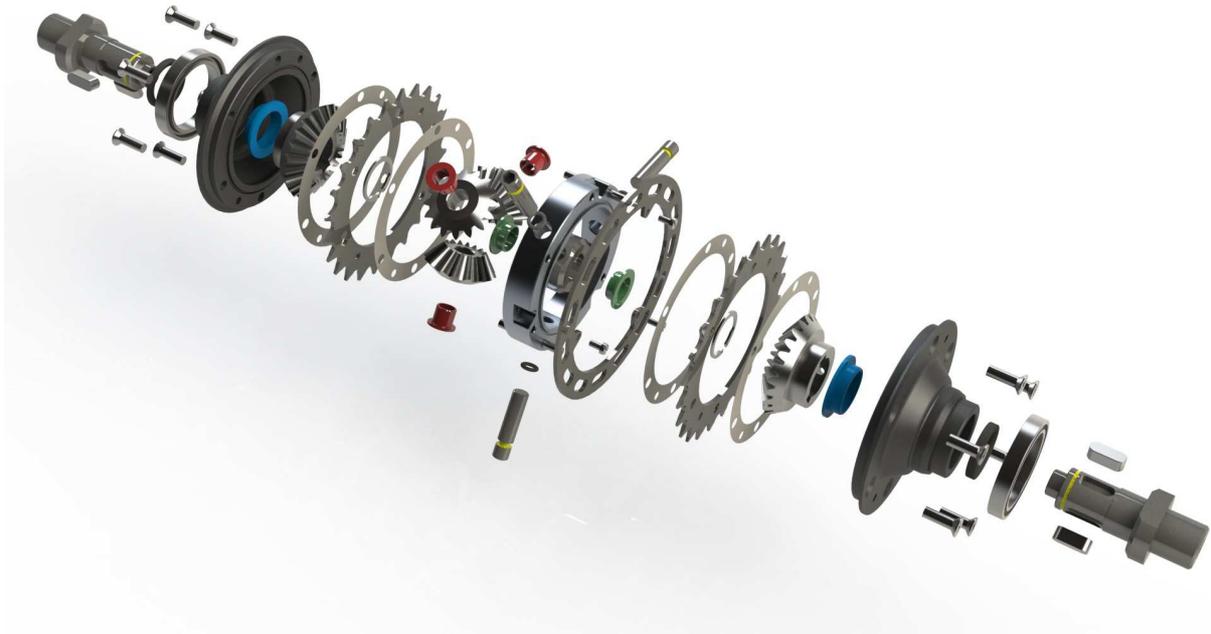


# Manus - Wettbewerb

vs. NASA-Moonbuggy Race



**Die E-VOLUTION**  
des Moonbuggy- Differentialgetriebes  
durch ein internationales Schülerteam

Planung - Entwicklung - Bau - Testserie - Verbesserung - Berechnung - Serienreife



International Space Education Institute  
Leipzig

## Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	Seite 3
2. Übersicht - Die online-Registrierung vom 25.02.13	Seite 4
3. Die Lücke im Getriebe der E-volution	Seite 5
4. Kurze Beschreibung der Anwendung	Seite 6
5. Beschreibung der Problemstellung	Seite 6
6. Ausführliche Beschreibung der technischen Lösung	Seite 7
7. Beschreibung der Lagerart	Seite 12
8. Die Verbesserungen im Überblick	Seite 12
9. Erfolge / Anerkennung	Seite 13
10. Stückliste	Seite 14
11. Zeichnungen	Seite 15
12. Warum ist unser Bauteil innovativ?	Seite 17
13. Welche wirtschaftlichen Vorteile ergeben sich daraus?	Seite 17
14. beteiligte Schüler, Förderer und Unternehmen	Seite 18
15. Pressebelege	Seite 19
16. Quellenverzeichnis	Seite 26



So begrüßte IGUS die Schüler-Delegation des ISEI in den Sommerferien 2012 in Köln

## 1. Vorwort

Es ist der Traum von der Hinterhofwerkstatt und dem Hightech-Unternehmen. Nein, es ist kein Märchen. Es gibt ihn tatsächlich! 5 Jahre tüftelten Schüler, Studenten und deren beherzte Förderer im Hinterhof. Jährlich im April stellten sie Ihre Ergebnisse auf einem der prominentesten NASA-Wettbewerbe in den USA vor. Es verging kein Jahr mit ohne einen außergewöhnlichen Innovationspreis. Es gab sogar schon einen Weltmeistertitel - aber nichts davon reichte um die Tüftler zu befriedigen.

Wie kann man auf kleinstem Raum größte Kräfte kontrollieren? Wie kann man etwas schaffen, wofür die Industrie am Markt keine Antworten hat? Wie kann man etwas Neues schaffen und eine große Lücke schließen? Wie kann man dem Mittelmaßdenker mit Fakten und Tatsachen auf die Beine helfen?

Die Geschichte der Entwicklung dieses Differentialgetriebes ist ein Abenteuer-Bestseller. Sie führt mehr als 400.000 km (Entfernung Erde-Mond) um den Globus. Es waren 10 Hochleistungsrennen erforderlich, denen hochdotierte Preise folgten. Diese Preisgelder landeten abermals im Schlund der nimmersatten Erforschung um das berühmte "I-Tüpfelchen". Jeder 100stel Millimeter Präzision wurde mit Schweiß und Fleiß erkämpft.

Am Ende steht nun nach 4 Versionen eine Entwicklung, die Ihresgleichen sucht. Es ist nicht unbedingt ein Produkt welches auf den ersten Blick etwas "Neues" ist, aber es ist DER Durchbruch. Es wurde eine Lücke im Markt geschlossen - nur mit der gebündelten Kraft der Zukunft, unserer jungen Generation.

Das folgende Projekt wurde ausschließlich von Schülern mehrerer Gymnasien entwickelt unter Anleitung zweier internationaler Jungingenieure und deren Förderverein (Fördern = Fordern). Von der Planung über eine Testserie, der ständigen Veränderung bis zur serienreifen Ausführung mit eigenen Spritzgusswerkzeugen - das ist alles das Werk von 14-24-jährigen.

Warum? Es ist ihre Zukunft, ihr Werk und ihr Geschäft. Wenn das nun serienreife und gefragte Produkt die Energiewende auf den Straßen mit vollziehen hilft, kann jeder stolz über selbst Geschaffenes sein. Jeder hat sich damit nicht nur ein Stück Zukunft geschaffen, sondern auch einen glanzvollen Abschluss im Abitur, einen begehrten Studienplatz und auch eine Option auf einen Chefsessel in der eigenen Firma.



Huntsville Alabama 2011: Max Frank hebt ab - im Kern arbeitet das Differentialgetriebe

## 2. Übersicht - Die online-Registrierung vom 25.02.2013

### *Was wird vorgestellt?*

- Verbesserung einer existierenden Lösung
- Einführung einer neuen Maschine oder Anlage
- x Einführung eines neuen Produktes
- Erweiterung eines bestehenden Anwendungsgebietes
- Einführung eines neuen Anwendungsgebietes
- x Erhöhung einer technischen Leistung
- x Lösung spezieller technischer Probleme (z.B. Korrosion, Schmutzanfall, Chemikalien, Vibrationen, etc.)
- Anderes

### *Welche wirtschaftlichen Aspekte weist die verbesserte Anwendung auf?*

- Erhöhung der Maschinenverfügbarkeit
- Steigerung der Taktrate, des Materialflusses
- x Reduzierung der Herstellungskosten
- x Erhöhung der Lebensdauer
- Wegfall der Wartung
- Verlängerung des Wartungsintervalls
- x Steigerung des Automatisierungsgrades
- x Qualitätsverbesserung
- Sonstige Kosteneinsparungen
- Anderes

### *Applikationsbeschreibung der Anlage*

Differentialgetriebe für Elektromobilität im Sektor zwischen Pedelec und Quad. Hiermit wird eine Produktlücke für die elektromobile Zukunft geschlossen. Das gesamte Produkt wurde von Schülern und Studenten im Alter zwischen 14 und 24 in einem Zeitraum von 5 Jahren konstruiert und ausgiebig getestet. Vorgängerversionen erreichten bei Konstruktionswettbewerben der NASA bereits internationale Preise. Das nun vorgestellte Getriebe besitzt einen 50%igen Anteil an Kunststoff, ist auf Polymerlagern gelagert und arbeitet auf engstem Raum äußerst effizient.

### *Problemstellung*

Ein NASA-Schüler-Wettbewerb erfordert ein geländegängiges Fahrzeug (Moonbuggy) mit Pedalantrieb. Bei solch einer Konstruktion treten hohe und kaum berechenbare dynamische Kräfte auf. Ein Schülerteam arbeitete über 5 Jahre an einer evolutiven Lösung und belegte jeden Schritt mit ausgiebigen Tests. Durch den sich parallel entwickelnden Markt der Elektrofahrräder und Elektromobile, öffnete sich eine Lücke zwischen beiden Fahrzeugarten. Diese kann nur durch ein Quad mit Pedal-Antrieb, Pedal-Elektroantrieb oder reinem Elektroantrieb geschlossen werden. Auf der Suche nach leichten, kostensparenden und leistungsfähigen Materialien wurde das Herzstück eines solchen Mobils mit einer Leistung von 300 Nm auf Faustgröße gesucht und entwickelt - ein Polymer-Differentialgetriebe.

### *Problemlösung, mutig, bahnbrechend*

Das komplette Getriebe wurde mit einem Kunststoffgehäuse geplant und gefertigt. Im Inneren arbeiten 7 IGUS Polymer Lager. Bisher wurden solche Getriebe vorwiegend aus Gußeisen und Stahl hergestellt. Sie waren schwer und auch teuer. Die Verwendung hochwertigerer Materialien aber wirft viele neue Probleme vor allem in der Elektrochemie auf. Bahnbrechend ist der Einsatz von Kunststoff und Polymerlagern, um die elektrochemischen Kontakte zwischen hochwertigen und effizienten Metallen voneinander elektrisch zu isolieren. Die Festigkeit und Effizienz leidet keinesfalls darunter. Der Automatisierungsgrad ist durch die Herstellung im Spritzgussverfahren sehr hoch. Andere verwendete Halbzeuge sind Standardteile und müssen nur noch gering nachbearbeitet werden. Mutig ist die Kräfteableitung über einen Materialstack von Ringen und einem Kunststoffgehäuse, sodass das Produkt einen kleinsten Raum einnimmt. Vorausschauend auf die Steigerung der Nachfrage der Elektrofahrräder und Elektromobile im Preissektor unter 8000 Euro, wurde dieses Getriebe vor allem für eine Produktlücke dazwischen angelegt. Es soll Fahrradspaß auf 3-4 Rädern mit der Option eines elektrischen Zusatz- oder Alleinantriebes miteinander vereinen.

### 3. Die Lücke im Getriebe der E-Volution



Elektrofahrrad (Pedelec)  
- leicht, Fahrspaß für jeden, 0,25 - 1 kW, 2000 Euro-  
Wachstumsmarkt im dreistelligen Bereich



copyright: www.spacepass.de  
International Space Education Institute



Elektroquad mit Pedal-, Kombi- oder E-Alleinantrieb (Moonbuggy)  
- stabil auch zum Einkaufen, Fahrspaß zu zweit, tourenfähig, 0,5-3 kW, 4000 Euro-  
Die Lücke im Getriebe:

Es existiert kein leistungsfähiges und preiswertes Herzstück am Markt,  
ein Differentialgetriebe für ein leichtes E-Quad.



Elektromobil (Renault Twizi)  
- alltagstauglich, Quadspaß, 15kW, 8000 Euro  
Wachstumsmarkt mit Vorgaben: 1 Mio E-Fahrzeuge bis 2020

Der E-mobility-Markt kommt nur schwer in Gang. Dabei liegen seine Stärken hier gerade in Ultraleichtmobilen. Am E-Bike-Markt ist das sehr gut zu beobachten. Straßentaugliche Elektromobile sind immernoch träge, teuer und ungelentk. Es ist nicht jedermanns Sache. Hier fehlt ein Bindeglied, ein leichter Stadtflyter mit Transportkapazität als Ausbildungs- und Funmobil. Eine echte Innovation ist der E-Quad von Renault. Aber er erfordert einen Führerschein. Genau dazwischen liegt das Segment des vorgestellten Differentialgetriebes. Solche Fahrzeuge können von jedem auch ohne Führerschein auf der Straße gefahren werden und es kostet weniger als ein Motorrad.

#### 4. Kurze Beschreibung der Anwendung

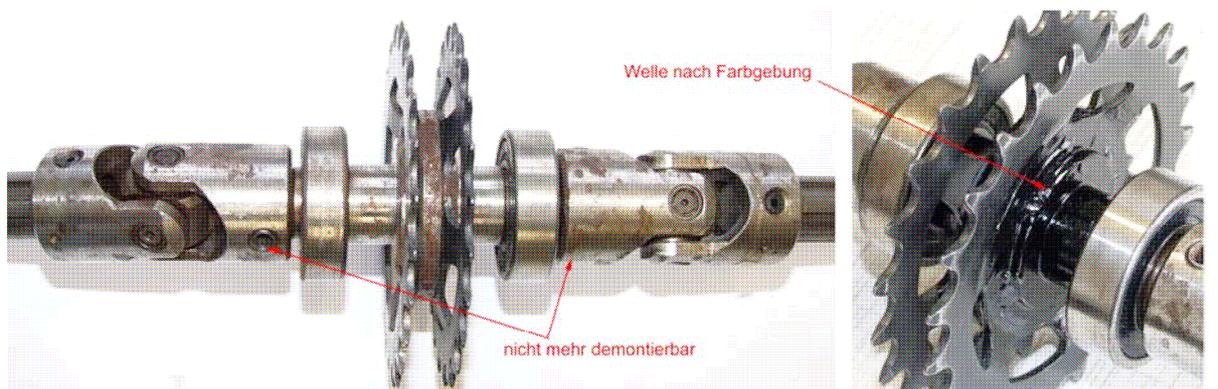
Ausgehend von einem Hochleistungswettbewerb der NASA soll ein effizientes und geländefähiges Fahrzeug geschaffen werden, welches mondähnlichen Fahrbedingungen standhalten soll. Natürlich ist das nur eine Herausforderung wie die Formel 1 für spätere Innovationen im Straßenverkehr. Warum soll nicht die Raumfahrt als Motivator der künftigen E-Mobilität herhalten? Jährliche Verbesserung der technischen Eigenschaften spornen zu neuen Ideen an. Als Kernstück und Weiche zum Erfolg stellte sich schnell heraus, dass viel von einem leistungsfähigen Differentialgetriebe abhängt. Seit 2008 wurde daran getüftelt und die Konstruktion jährlich bei NASA unter härtesten Bedingungen unter Beweis gestellt. Nach langer Probe- und Verbesserungsphase funktioniert das Getriebe heute mit Polymerlagern und besteht zu 50 % aus Kunststoff.

#### 5. Beschreibung und Problemstellung



Achsenbruch (links) und notdürftige Reparatur (rechts) auf der NASA-Rennstrecke 2008

Ohne Differentialgetriebe kann man kein 2-spuriges Fahrzeug antreiben. Es kommt zum Verschleiß, Reibverlust und Überbelastung. Im April 2008 brach die Achse des Moonbuggys. Es konnte nur geflickt werden. Die Bauteile klemmten.



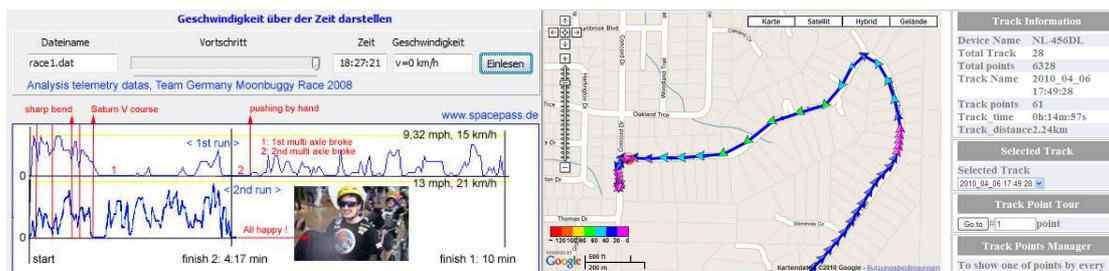
am Anfang war das "Nichts", kein Differentialgetriebe und viele Probleme

Marktübliche Differentialgetriebe gab es zu diesem Zeitpunkt nicht. Es gab kleine und zerbrechliche Getriebe für Fahrrad-Trikes, geschaffen für 0,2-0,4 kW oder eine Person. Die nächste Größe waren Go-Kart-Differentialgetriebe - mit mehr als 3 kg Gewicht.

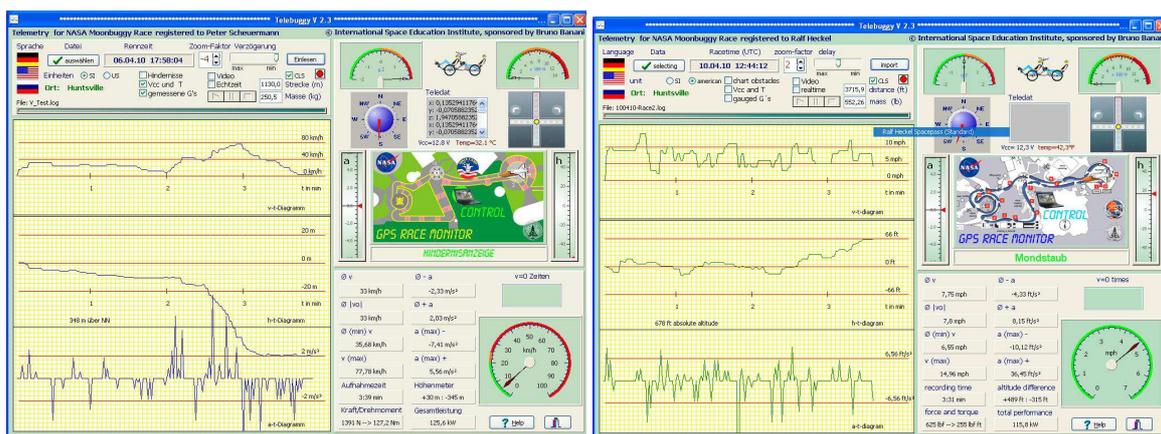
Es musste ein leichtes und kräftiges Getriebe geschaffen werden, welches die Kraft von 2 Personen unter Hochleistung aufnimmt und weiterleitet.

## 6. Ausführliche Beschreibung der technischen Lösung

Mittels einer eingebauten Datentelemetrie wurden Messdaten erhoben, wie Geschwindigkeit, Beschleunigung, Temperatur und Position. Über gemessene Fixdaten wie Raddurchmesser, Masse und Streckenlänge konnten Profile für die anliegenden Drehmomente errechnet und in der Auswertung dargestellt werden. Auf der Basis dieser Werte, die ständig kontrolliert und bestätigt wurden, konnte die ersten Dimensionsberechnungen eines Differentialgetriebes angesetzt werden. Die selbst programmierte Auswertungssoftware erfuhr im Laufe der 5 Jahre über 30 Updates und bekam eine Bordvideofunktion zur Beobachtung technischer Details hinzu.



erste Datenauswertung aus 2008 mit Erkennen der Schwachstellen

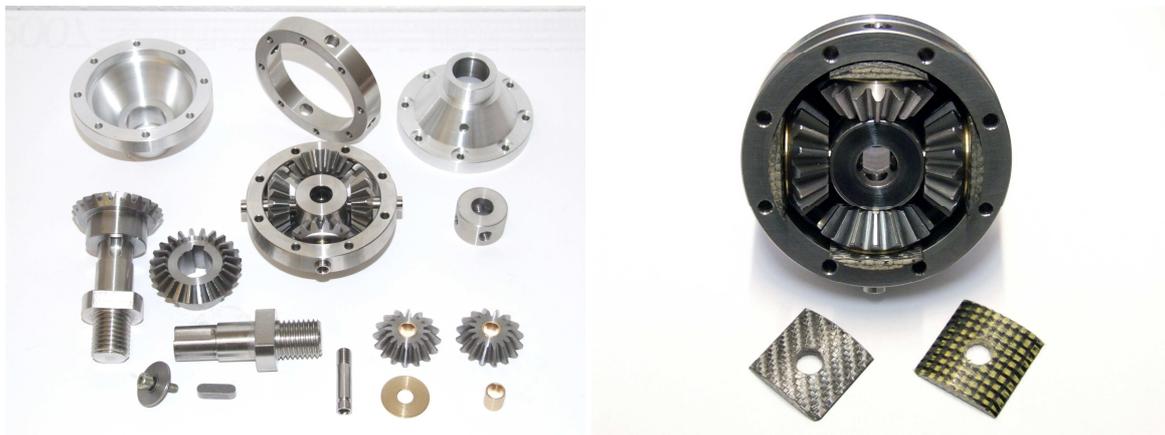


Datenauswertungen aus Spitzenleistungen mit 80 km/h (links) oder dem Weltmeister-Titel-Rennen (rechts)

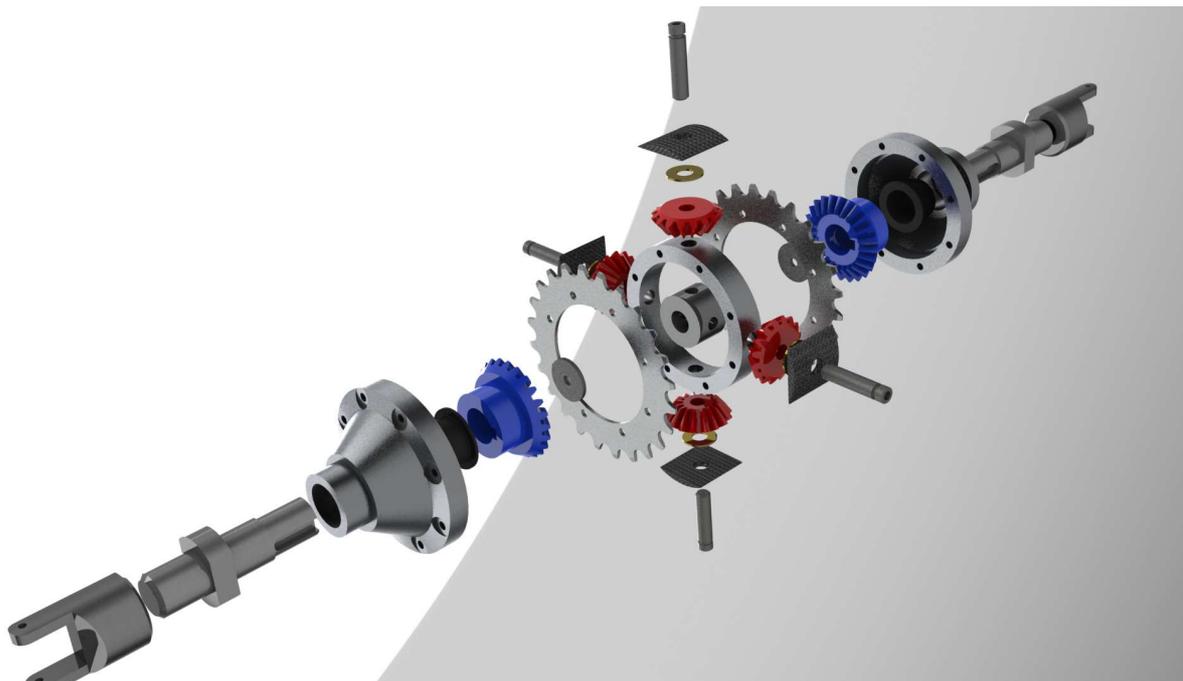
Während der Test- und Probephase wurden Spitzen von bis zu 2G und 80 km/h erreicht. Die Berechnung der Kräfte im dualen Einheitsystem (SI und US) war notwendig und förderlich, um ein Verstehen auch bei den NASA-Richtern zu erzeugen.

Die grundlegende Arbeit zur Kinematik des Fahrzeuges wurde von Thommy Knabe als Abiturprüfungsarbeit im Jahre 2009 gefertigt. Er erhielt darauf die Bestnote im Abitur. NASA honorierte das Endergebnis mit einem "Most Improved Award".

Das erste Getriebe wurde auf Sicherheit gebaut, allerdings gab es schon in der Erprobungsphase technische Schwierigkeiten mit den Reibwerten zwischen Bronze- und Stahlteilen. Es mussten Kohlenstoff-Stützteile selbst hergestellt werden, um die Axialkräfte der Kegelräder zu beherrschen und gleichzeitig erste Leichtbauteile im Getriebe zu installieren.



das Getriebe der 1. Generation (2009) mit Bronzelagern und CFK-Stützen



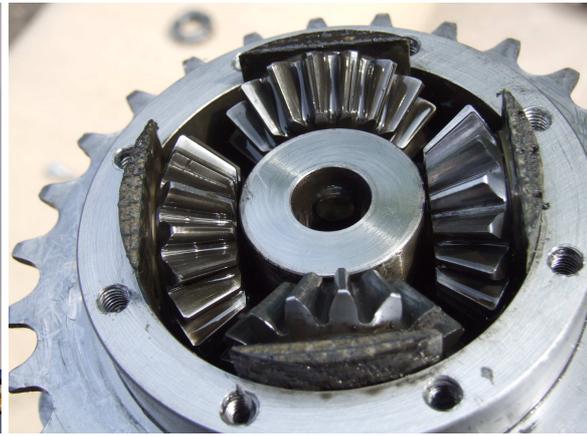
Explosionszeichnung des Differentialgetriebes der 1. Generation (2008-2010)

Knapp 100 Teile mussten entworfen, geplant und hergestellt werden. Dies ist eine immense Herausforderung. Viele Fertigkeiten wie CAD und Festigkeitsberechnungen mussten selbst beigebracht werden. Das Planen einer Produktion mit seinen verschiedenen Gewerken ist keinem Schüler leicht gefallen.

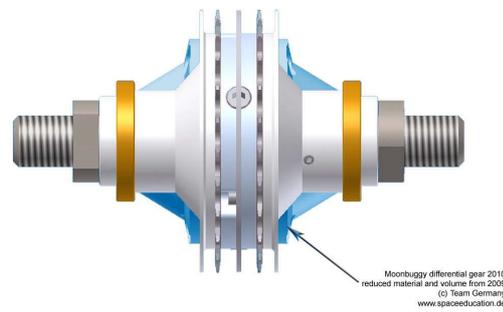
Es wurde ein Prüfstand gebaut, um das Getriebe verschiedenen Belastungstests zu unterziehen. Daraus ergab sich, dass die Reibwerte zwischen den Axiallagerscheiben, den Kegelrädern und den CFK-Teilen so ungünstig waren, dass die Bronzescheiben vom CFK aufgerieben wurden. Es mussten die Lagerscheiben am CFK festgeklebt werden, um die höhere Reibung zum Stahl der Kegelräder in Kauf zu nehmen. Es wurden 2 Getriebe der ersten Generation hergestellt.

Das Team erreichte nach weiteren Verbesserungen im April 2010 einen "Weltmeistertitel" mit diesem Getriebe. Eines befindet sich noch heute im besten Zustand in einem Moonbuggy.

Ab 2010 wurde der Innen-Kegelradsatz von 4 auf 3 Räder reduziert (3-Bein-Hocker-Prinzip) und das Getriebe neu durchkonstruiert. Hierbei wurde komplett auf Gleitlager aus Metall verzichtet und IGUS-Lager eingesetzt. Die Herstellung des Kraftringes erforderte nun ein 3D-Bearbeitungszentrum. So konnten auch die CFK-Stützteile eingespart werden.



Test-Test-Test am Prüfstand mit Notieren der Belastungen (links), erster neugieriger Blick nach dem Rennen (rechts)



sichtbare Neuerungen am Getriebe der 2. Generation im Jahre 2010/2011 vorgenommen: kleiner, leichter, effizienter

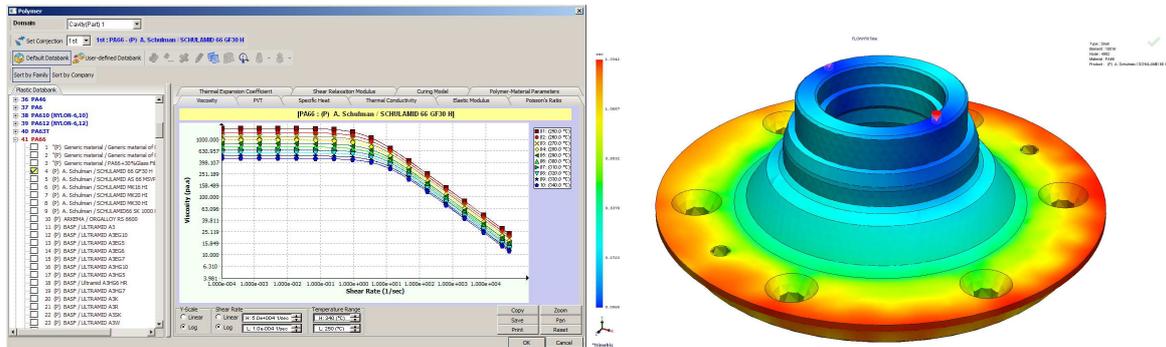
Mit dem Getriebe der 2. Generation war ein großer Teil Handarbeit auf maschinelle Fertigung verlagert worden. Das Aluminiumgehäuse war leicht und effizienter geformt und alle Teile auf einem nahegelegenen Bearbeitungszentrum herstellbar. Es wurden Kettenführungsringe bereits in der Herstellung vorgesehen. Auch stoppte man den geringen Ölausfluss durch die Verwendung von O-Ringen und Wellendichtringen. Dieses Getriebe erreichte eine Fertigungszahl von 5 Stück. Es stattete 4 Moonbuggys aus. Ein Getriebe wurde sogar an einen Liebhaber verkauft.



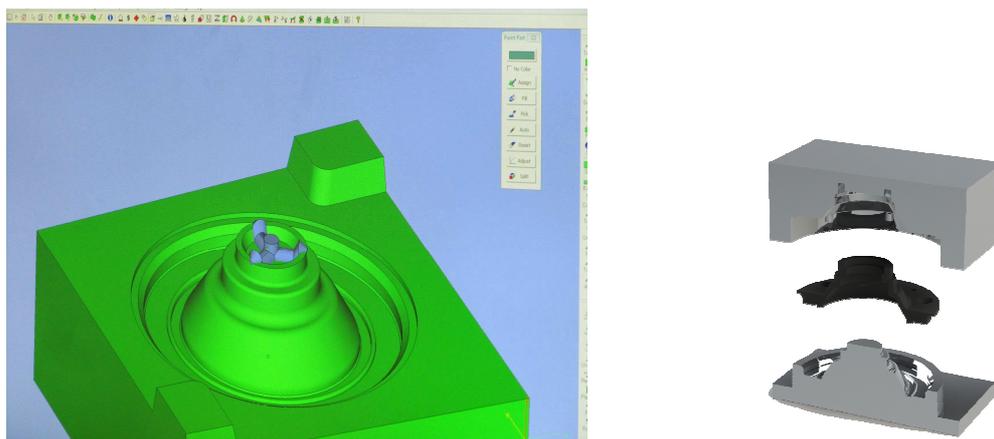
Explosionszeichnung des Differentialgetriebes der 2. Generation (2010-2012)

Nach 2 Jahren Einsatz stellten sich weitere Schwachstellen heraus. Das Getriebe begann sich nach einiger Zeit von selbst aufzuschrauben. Die Walkverformung im Gehäuse veranlasste Schrauben zum Herausdrehen. Auch war die Herstellung noch weit von einer preiswerten Serienfertigung entfernt. Vor allem das Aluminiumgehäuse war teuer sowie stoß- und kratzanfällig.

So begann die Planung der 3. Generation im Jahr 2012/2013 in kompakterer Bauweise und mit einem Gehäuse aus Spritzguss. Hierzu mussten umfangreiche Berechnungen durchgeführt, sowie das Spritzguss-Werkzeug geplant und produziert werden. Der gesamte Herstellungsprozess erforderte viel Energie und beherzte Helfer aus der Industrie. Anregungen dazu holten sich die Schüler vor allem auch während einer Sommer-Exkursion in den IGUS-Produktionshallen in Köln.



FEM-Analyse zur Ermittlung der richtigen Kunststoffmischung



Planung und Entwicklung des Spritzgusswerkzeuges



Herstellung der Spritzgusswerkzeuge und Pressen des ersten Getriebedeckels

Die erste Nullserie des Kunststoff-Getriebedeckels wurde am 13. Februar 2013 im Schülerpraktikum mit einer Auflage von 50 Stück hergestellt. Die Freude war unter allen Beteiligten groß, als die ersten Teile berührbar waren.



Planung, Ausführung, Endprodukt - ein langer Weg der keine Fehler zulässt

Wie die Explosionszeichnung des Getriebes der 3. Generation zeigt, ist es kompakter geworden. Neu ist der Einsatz von zwei weiteren Gleitlagern im Kern des Getriebes, um die Antriebswellen besser zu stabilisieren. Es traten bisher zu hohe Radialkräfte an den Austrittsenden der Antriebswellen auf. Diese Lager am Wellenaustritt konnten nun in ihrer Tiefe halbiert werden.

Das gesamte Getriebe ist nach DIN konstruiert mit eigenen DIN-gerechten Artikelnummern dokumentiert. Es könnte von jedem industriellen Hersteller gefertigt werden.



Explosionszeichnung des Differentialgetriebes der 3. Generation (ab 2013)

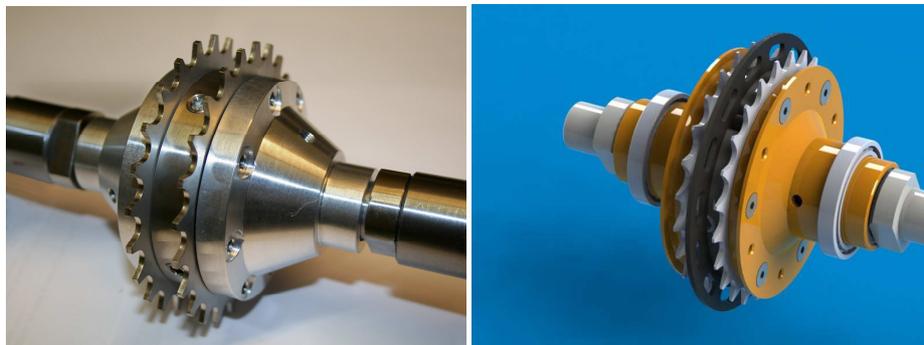
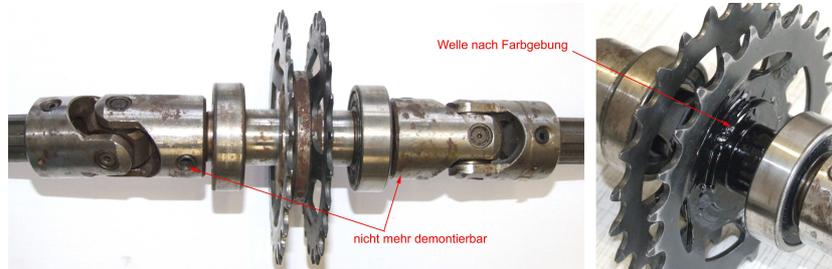
## 7. Beschreibung der Lagerart

Es werden 7 iglide® G300 Gleitlager pro Getriebe in 3 Sorten verwendet. Sie können radiale und axiale Kräfte aufnehmen. Da die Wellen langsam laufen und nur Ausgleichsbewegungen aufgenommen werden müssen, ist eine hohe Lebensdauer zu erwarten.



Nr.	Type	Part Nr.	Qty./Differential
1	iglide® G300, flange bushing (metric), flange bushing	igus GFM-081014-10	3
2	iglide® G300, flange bushing (metric), flange bushing	igus GFM-2023-07	2
3	iglide® G300, flange bushing (metric), flange bushing	igus GFM-1214-06	2

## 8. Die Verbesserungen im Überblick

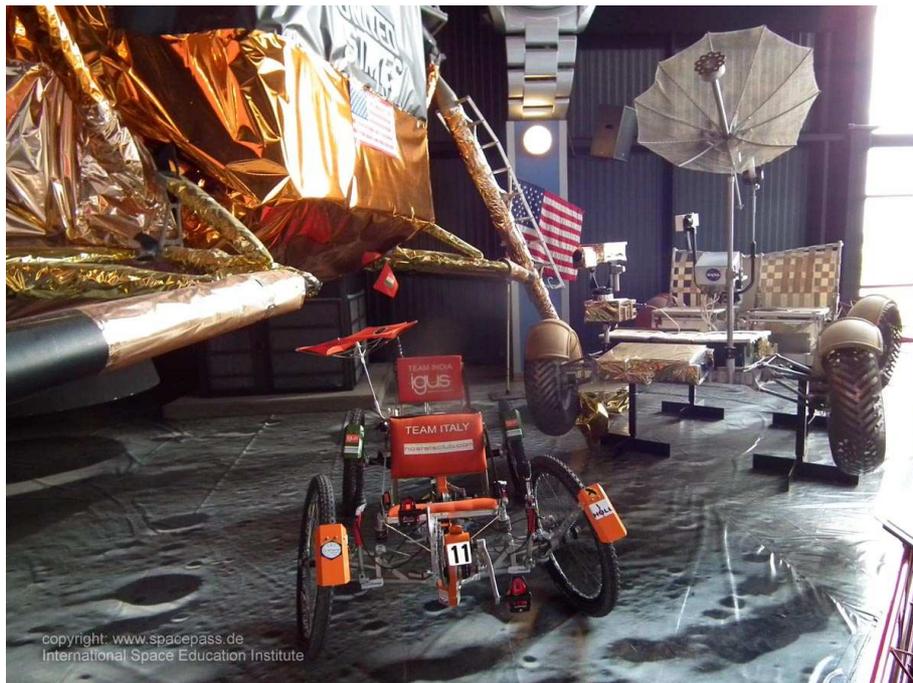


1. und 2. Generation (oben) 3. Generation (unten)



## 9. Erfolge / Anerkennung

2009	Most Improved Award Wanted Award	NASA Rohloff
2010	Weltmeistertitel Propädeutikum des Tommy Knabe, Bestnote	NASA Gymnasium Reichenbach/Vogtl.
2012	Best Design Award	NASA
2012	Best International Team Award	NASA
2012	Handwerk greift nach den Sternen	Handwerk Image Kampagne



Ein Fahrzeug steht im US-Raumfahrtmuseum neben dem Apollo Rover in Huntsville.



Sponsor, Apollo-Mondrover-Chefingenieur und Astronaut gratulieren zum Award 2012

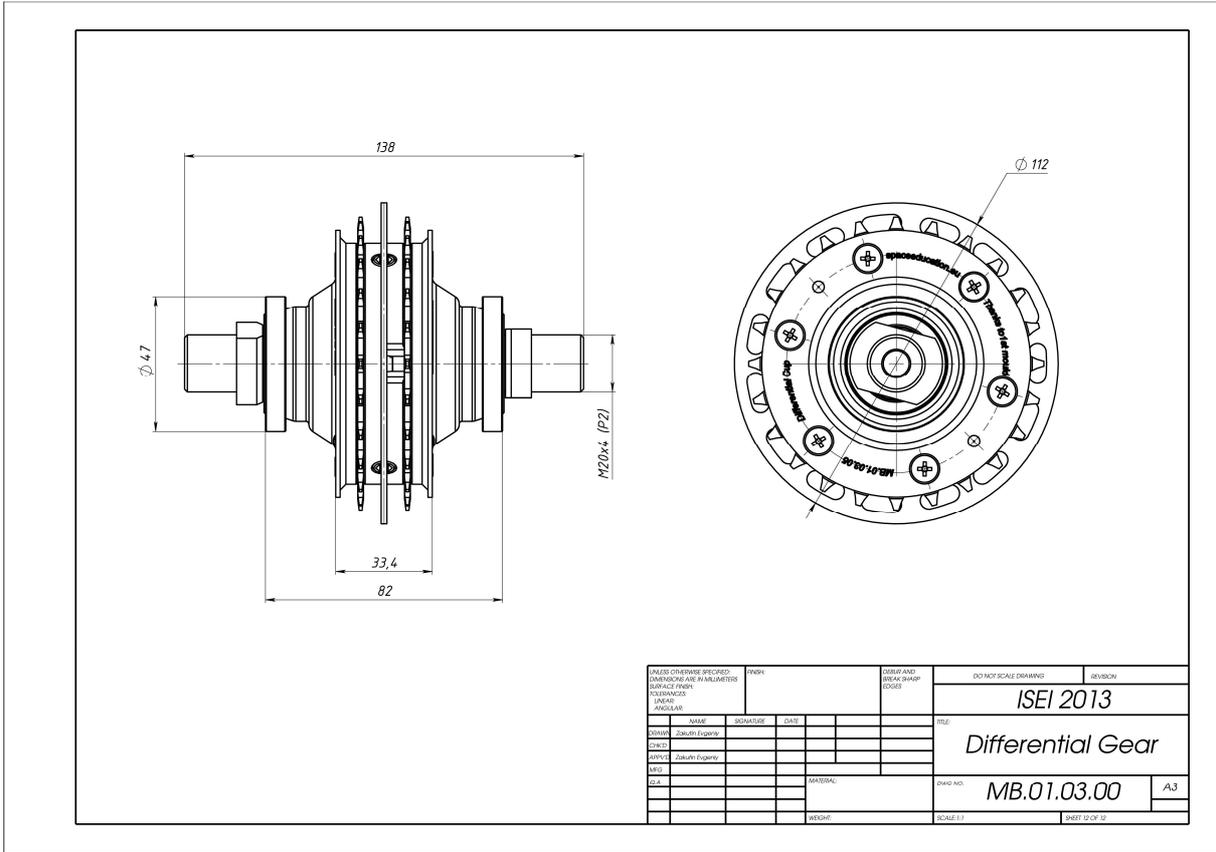
## 10. Stückliste

ITEM NO.	PART NUMBER	SW-Configuration Name(Configuration Name)	MATERIAL	QTY.
1	MB.01.03.01 Anker	Default	1.4301 (X5CrNi18-10)	1
2	MB.01.03.02 Body ring	Default	3.3535 (EN-AW 5754)	1
3	MB.01.03.03 Set screw	Default	1.4301 (X5CrNi18-10)	3
4	MB.01.03.04 Middle Ring	Default	1.4301 (X5CrNi18-10)	1
5	MB.01.03.05 Cup	Default	SCHULAMID 66 GF 30 H - PA66-GF30	2
6	MB.01.03.06 Gasket	Default	Corrugated Paper	4
7	MB.01.03.07 Sprocket 24	Default	1.0545 (S355N)	2
8	MB.01.03.08 Driving shaft	Left	1.4301 (X5CrNi18-10)	1
9	MB.01.03.08 Driving shaft	Right	1.4301 (X5CrNi18-10)	1
10	igus GFM-081014-10	Default		3
11	igus GFM-2023-07	GFM-2023-07		2
12	igus GFM-1214-06	Default		2
13	36104800	Default		3
14	36104900	Default		2
15	SKF 20x26x4 HM4 R	Default		2
16	SKF - 61807 - 28,SI,NC,28_68	SKF - 61807 - 28,SI,NC,28_68		2
17	Parallel key A6 x 6 x 16 DIN 6885	Parallel key A6 x 6 x 16 DIN 6885		4
18	Cheese head screw ISO 1207 - M3 x 6	ISO 1207 - M3 x 6 --- 6N		3
19	Truarc 5108-75 - S0.75	Truarc 5108-75 - S0.75		2
20	O-ring DIN 3771 - 5.3 x 1.8	O-ring DIN 3771 - 5.3x1.8		3
21	Grooved pin ISO 8743 - 4 x 35	DIN EN ISO 8743-M4x35-St		2
22	Countersunk flat head screw ISO 7046-1 - M5 x 16	ISO 7046-1 - M5 x 16 - Z --- 16C		12



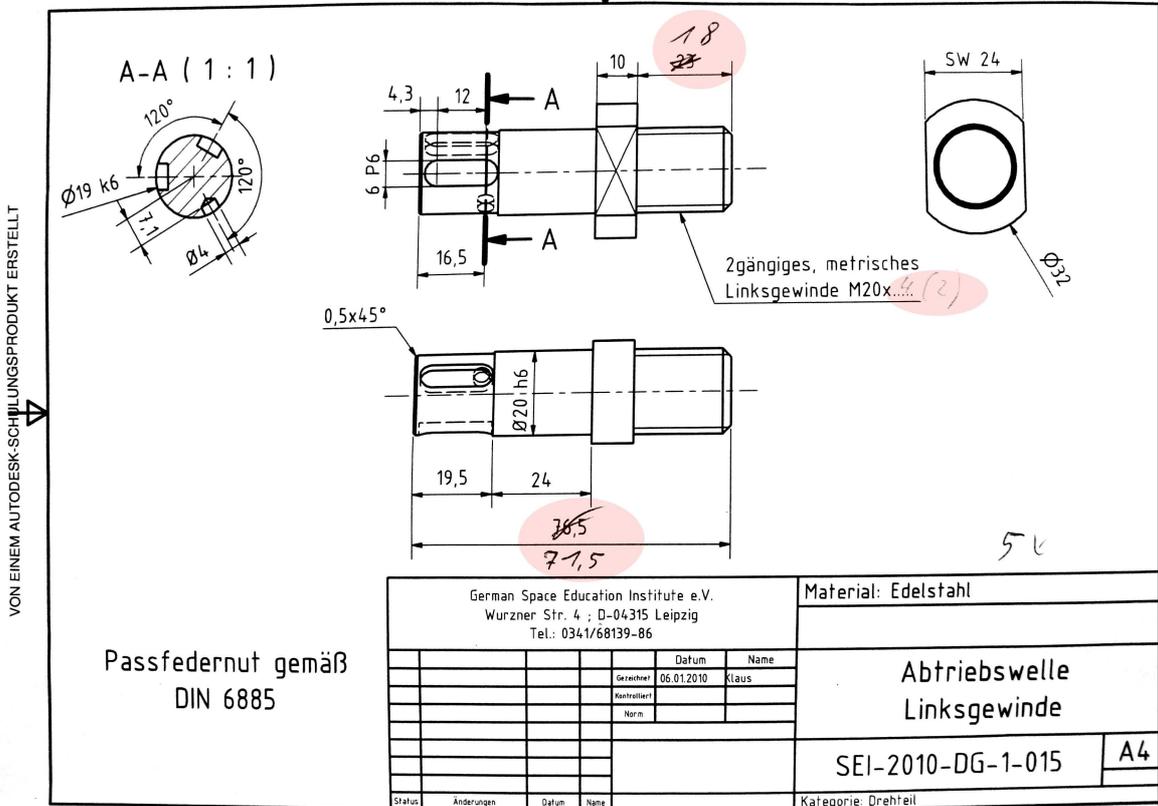
Max Frank (Testpilot) holt alles aus dem Getriebe und Material heraus (Huntsville 2011)

# 11. Zeichnungen



Gesamtzeichnung des aktuellen Getriebes, angefertigt von Evgeniy Zakuti

VON EINEM AUTODESK-SCHULUNGSPRODUKT ERSTELLT



VON EINEM AUTODESK-SCHULUNGSPRODUKT ERSTELLT

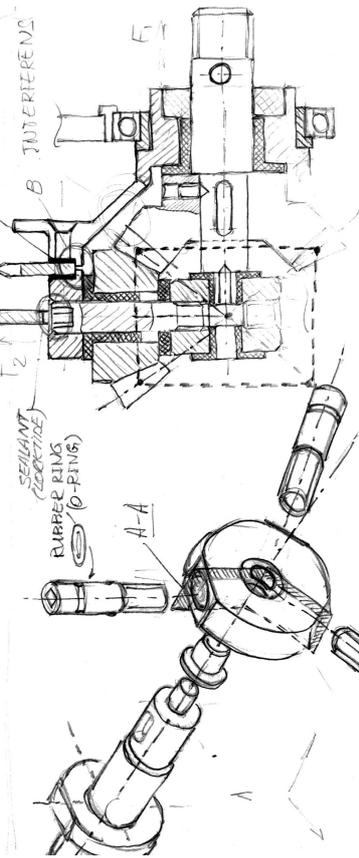
Korrekturen in der Produktion, vorgenommen von Ronny Hessel

Деталь: 15.1 (24/16)

- 1. 15.1 (24/16)
- 2. 16
- 3. 24
- 4. 32
- 5. 48
- 6. 50

15.1 (24/16) **Несущий допод...**

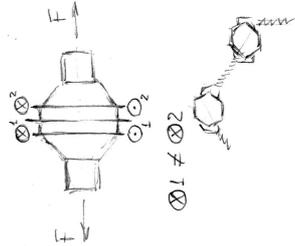
15.16 d1=50 ND1=35  
 21=24 d2=75 ND2=39  
 15.16 d1=50 ND1=35  
 21=24 d2=75 ND2=39



1. Репрезентативная
2. Аккумуляторная

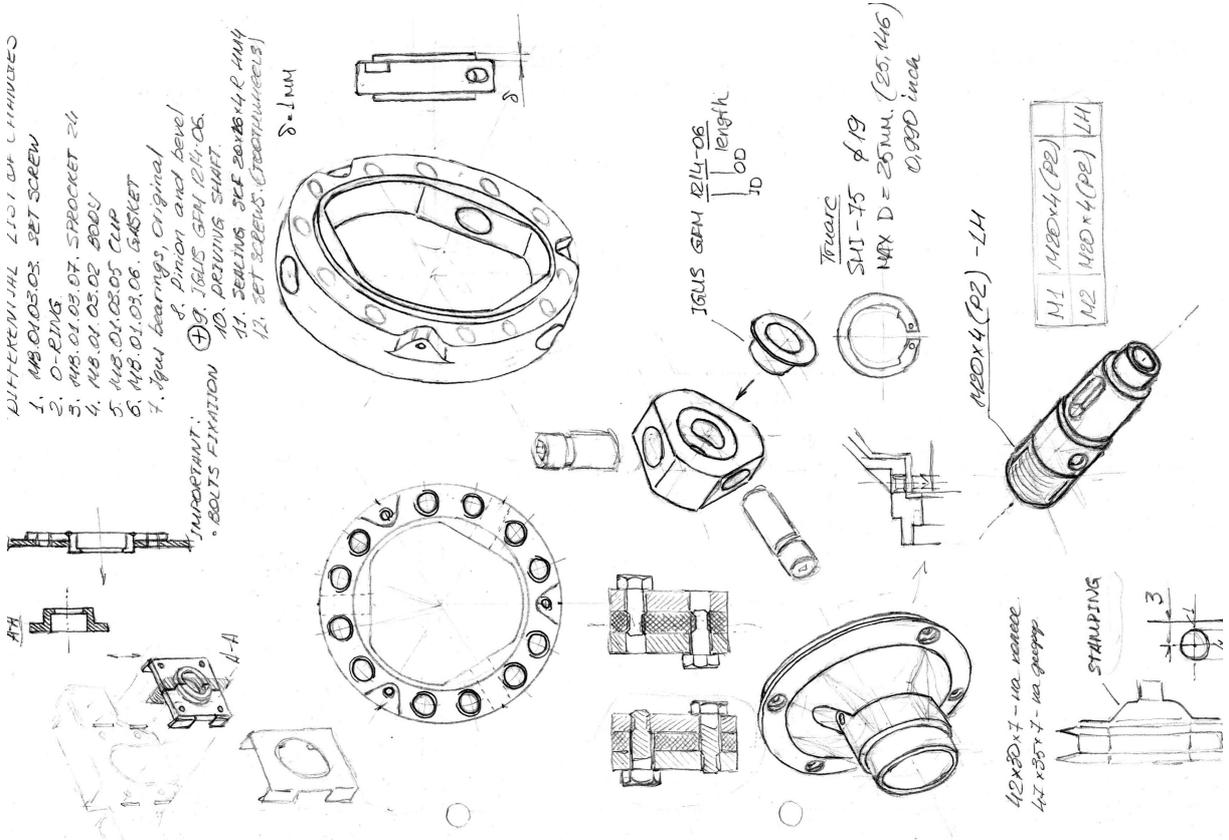
$$F_2 = \frac{2 \cdot 10^3 T}{d}$$

- DASHLEET
- бы регулировка
- надето на 6 смб
- на поглот
- флага
- ymonecne 30mmob.
- pattern circular, 100.
- удерживат.



- ? DIFF. → DIFF. HOLDER → FRAME + SUSPENSION
- ? group force → регулировочный болт
- ? DIFF. HOLDER → регулировочный болт
- ? парная шпилька
- ? создание шпильки

Handzeichnung des CAD-Ingenieurs Evgeniy Zakutin nach eingehender Teambesprechung (Planung aktuelles Getriebe)



Handzeichnung des CAD-Ingenieurs Evgeniy Zakutin nach eingehender Teambesprechung (Planung aktuelles Getriebe)

## 12. Warum ist unser Bauteil innovativ?

Es ist ein Novum und deckt eine Lücke am Markt zwischen leichten Fahrrad-Trikes und Benzin-Quads ab, um die Elektromobilität auf leichten Quads zu ermöglichen (Zukunftsmarkt, Beitrag zur Energiewende, Elektromobilität/Pedelec). Desweiteren wird es beim NASA-Moonbuggy-Rennen eingesetzt, einem hochqualitativen Innovationswettbewerb. Es ist unter hunderten Teams weltweit das effizienteste Getriebe. Besonders innovativ ist die Tatsache, dass eine Schülergruppe (14-18) und ein Jungingenieur diese Ingenieurleistung und deren Herstellung auch mit eigenen Spritzgussteilen bewerkstelligten, Entwicklungszeit 5 Jahre, 4 Generationen von Modellen und ausgiebige Tests gingen voran.



Die Teams des International Space Education Institutes im (Zwischen)-Ziel, die Vision bleibt die Zukunft

## 13. Welche wirtschaftlichen Vorteile ergeben sich daraus?

Wirtschaftlich gesehen haben polymere Bauteile im Getriebe natürlich den Vorteil, dass sie unschlagbar leicht und günstig sind. Besonders bei fahrradähnlichen Fahrzeugen ist dies von hoher Bedeutung. Gleichzeitig kann der Spritzgussdeckel eine Festigkeit von bis zu 300 Nm nachweisen und ist somit ein überlegenes Kraftpaket. Kein Metall kann bei dieser genialen Kombination aus Masse, Stabilität und Preis mithalten. Das Getriebe ist deshalb flexibel in allen Bereichen einsetzbar, vom Krankenfahrstuhl bis hin zum Hightech-Sportmobil. Während Metalle schnell verschleifen, weisen Kunststofflager eine viel höhere Haltbarkeit bei geringem Wartungsaufwand auf, was natürlich in jeder Branche gefragt ist. Zudem ermöglichen Kunststoffteile gute Notlaufeigenschaften auch nach längerem Stillstand - ohne chemische Reaktionen mit den Metallen einzugehen, wie es unter Metallen in feuchter Umgebung passiert. Das Moonbuggy, an welchem wir jährlich tüfteln, soll sich in Zukunft auch in Richtung Elektromobilität und Serienfahrzeug bewegen. Kunststoffbauteile sind letztendlich nicht nur ein leichter Ersatz für Metalle, sondern sie tragen auch zu einer deutlichen Qualitätserhöhung und automatisierten Herstellung bei. Kaum zu glauben, dass bei so vielen Vorteilen sogar der Preis ein überzeugendes Argument für die Polymere darstellt.

## 14. Beteiligte Schüler, Förderer und Unternehmen

Schüler mit Eintrittsalter/Verweildauer in Jahren (bis heute):

Thommy Knabe (15/7)	Fabian Hoffmann (16/2)	Anne Geyer (19/3)
Tobias Meier (14/3)	Christoph Eibeck (15/1)	Eric Meinel (15/2)
Max Frank (17/3)	Nadin Rößler (16/3)	Jasmin Haack (17/1)
Araceli Zeller (14/1)		

leitende Jungingenieure:

Christian Hein (22)	zeichnete den Entwurf der 1. Generation
Evgeniy Zakutin (22)	zeichnete die Getriebe der 2. und 3. Generation

Gesamtleitung/Finanzierung/Korrektur:

Ralf Heckel	International Space Education Institute
Yvonne Heckel	International Space Education Institute

Unternehmer:

Ronny Hessel	Dreherei Günter Jakob
Kent Prella	Singlespeedshop
Herr Wittenbecher	Wittenbecher Maschinenbau
Siegfried Aischmann	Aischmann Maschinenbau GbR
Frau Rathmann	Holl GmbH
Dr. Schmidt	Bildungs- und Technologiezentrum der Handwerkskammer Leipzig

Industriebetriebe:

IGUS  
Mädler  
1st Mould  
Bruno Banani



Ronny Hessel erklärt von der Basis bis zur CNC-Fertigung



Generationsgespräch bei Mädler (links), Staunen auf beiden Seiten bei IGUS in Köln (rechts)

## 15. Pressebelege (Auszug aus über 1000 Artikeln)

Presse-Info

# Schmierfreies Mondmobil

## NASA-WM: Polymerlager auf Siebertreppchen

Rund 40 Jahre nach dem sowjetischen „Lunochod“ – dem ersten Fahrzeug auf dem Mond – hat ein Team aus Leipzig mit einem NASA-„Moonbuggy“ im amerikanischen Huntsville den WM-Titel geholt. Leichte, schmier- und wartungsfreie Kunststoff-Gleitlager von igus GmbH, Köln, lagern die Achsen des Differentialgetriebes.

Ein NASA-Moonbuggy ist ein vier-rädriges Tandem-Mountain-Liege-fahrrad für hartes Gelände wie auf dem Mond oder dem Mars. Weltweit existieren nur etwa hundert dieser ungewöhnlichen Fahrzeuge.

### Passt in eine Rakete

Konstruiert wurde das umweltfreundliche Tretmobil, das den NASA-WM-Sieg einführte, am Leipziger „International Space Education Institute“ von deutschen Schülern und russischen Luft- und Raumfahrtstudenten. Bei dem WM-Rennen ging es darum, in möglichst kurzer Zeit das zuvor zusammengefaltete Fahrzeug – es muss in eine Rakete passen – aufzubauen und einen komplizierten Kurs allein mit Muskelkraft zu bewältigen. Dies erfordert ein Belastungshöchstmaß an die Fahrzeugstruktur mit all ihren Komponenten. Denn im Gegensatz zu motorengetriebenen Fahrzeugen hängen die Kräfteinwirkungen von kaum berechenbaren Faktoren ab. Anders als beim hohen Fahrradrahmen, muss dieser hier selbsttragend sein.

### Von Industrie bis Moonbuggy

Mit ihrem Moonbuggy erreichten die jungen Ingenieure bei ihrem WM-Sieg Erdbeschleunigung und



**Bild PM0311-01: igus GmbH, Köln**  
WM-Sieger beim NASA-Wettbewerb „Moonbuggy Race“: das International Space Education Institute, Leipzig, mit seinem Tandem-Mountain-Liegefahrrad. Wartungsfreie Kunststoff-Gleitlager von igus GmbH, Köln, lagern die Achsen des Differentialgetriebes.

eine Geschwindigkeit von 80 km/h ohne Hilfsmotorenkraft. Die Daten dazu wurden in einem Telemetrieprotokoll aufgezeichnet.

### Herzstück Getriebe

Im Hauptgetriebe laufen fünf leichte, schmier- und wartungsfreie Kunststoffgleitlager von igus, Köln, gefertigt aus dem tribologisch optimierten Werkstoff „iglidur G“. Robuste Gleitlager aus diesem Hochleistungswerkstoff finden seit über 25 Jahren millionenfach Einsatz quer durch alle Industrie-Branchen. Die vielseitig einsetzbaren Lager zeichnen sich durch geringe Reibung, hohe Verschleißfestigkeit und große Belastbarkeit aus. Im vorliegenden Fall lagern sie die Achsen des Differentialgetriebes, welches das Herzstück des Moonbuggys ist. Auf einem faustgroßen Volumen werden Kräfte bis zu 300 Newtonmeter (Nm) in komplexe 3D-Beschleunigungen abgeleitet. Dabei kann sich der Buggy auf der Mondoberfläche

PM0311-D/März 2011

## Presse-Info

mit seinen Kettengebirgen, Gräben und Rillen wie eine Schlange winden.

Der NASA-Wettbewerb „Moonbuggy Race“ fördert jährlich etwa 1.000 internationale Elite-Studenten im Ingenieurwesen. Auf der Messe „intec“ in Leipzig erhielt igus als einer der Ausrüster jetzt eine Urkunde mit Mondreliefschnitt drauf.



**Bild PM0311-02: igus GmbH, Köln**  
Fünf tribologisch optimierte „iglidur G“-Gleitlager laufen im Getriebe, Herzstück des Buggys. Die schmierfreien Lager haben einen geringen Reibwert, sind hoch verschleißfest und hoch belastbar.



**Bild PM0311-03: igus GmbH, Köln**  
Yvonne Heckel (International Space Education Institute) überreichte Thomas Sommerweiß vom Ausrüster igus auf der „intec“ in Leipzig eine Urkunde mit Mondreliefschnitt drauf.

### PRESSEKONTAKT

André Kluth  
Leiter Unternehmenskommunikation

igus GmbH  
Spicher Str. 1a  
51147 Köln  
Tel. 0 22 03 / 96 49 - 611  
Fax 0 22 03 / 96 49 - 631  
akluth@igus.de  
www.igus.de/de/presse

DIN ISO 9001:2000

**igus**<sup>®</sup>

Die Begriffe "igus", "Chainflex", "Easy Chain", "E-Chain", "E-Chain Systems", "E-Ketten", "E-KettenSysteme", "Energy Chain", "Energy Chain Systems", "Flizz", "ReadyChain", "Triflex", "TwisterChain", "DryLin", "iglidur", "igubal", "Polysorb", "manus", "vector", "xiros", "xirodur", "plastics for longer life" sind in der Bundesrepublik Deutschland und gegebenenfalls international markenrechtlich geschützt.

PM0311-D/März 2011

12.07.2012



Der internationale Tag der Weltraumforschung am 20. Juli erinnert an spektakuläre Ereignisse der Raumfahrt, wie die erste bemannte Mondlandung. Neben Astronauten und Wissenschaftlern ist aber auch das Handwerk ein wichtiger Partner für die Erforschung des Alls. Von modernster Satellitentechnik bis hin zu ausgefallenen Moonbuggys setzt die Weltraumforschung auf das vielfältige Know-how von Handwerkern.

„Es ist die Neugier, die den Menschen zu Innovationen antreibt“, sagt Professor Johann-Dietrich Wörner, Vorstandsvorsitzender des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Diese Neugier lässt Astronauten, Wissenschaftler und Handwerker täglich nach den Sternen greifen und immer wieder neue, atemberaubende Details erforschen und entdecken. Dabei sind Präzision und Qualität entscheidend: „Was auch immer ins Weltall geschickt wird, muss perfekt und präzise verarbeitet sein, da wir keine Eingriffs- oder Wartungsmöglichkeiten mehr haben“, so Wörner. Gut, dass es hierfür das Handwerk gibt, denn „kein Flugzeug, kein Satellit, keine Raumsonde und keine moderne Wetterbeobachtung wären möglich, ohne die Exzellenz der Handwerkerleistung, die in all diesen komplexen Geräten stecken.“

**Kassel**

Freitag, 22. Februar 2013

KS107

**HINTERGRUND**

**Internationaler Wettbewerb**

Das Moonbuggy-Rennen der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA ist ein internationaler Wettbewerb, bei dem Schüler und Studenten mit Pedalen angetriebene Fahrzeuge konstruieren, die an das Mondauto der Apollo-Missionen angelehnt sind. Das Ziel ist, Nachwuchstalente zu motivieren und für die Raumfahrt zu begeistern. In Deutschland wird das Projekt vom International Space Education Institute in Leipzig organisiert und betreut, wo die Fahrzeuge auch gebaut werden. Das gemeinnützige freie Institut fördert die Studien- und Berufsorientierung im Ingenieurwesen und in der Luft- und Raumfahrt. Finanziert wird das Moonbuggy-Projekt über Spenden und Sponsoren. Die Neukonstruktion eines Buggys kostet etwa 30 000 Euro. Eine Voraussetzung ist, dass die Buggys auf einen Kubikmeter zusammengeklappt werden können. Die Fahrzeuge sind deutlich schneller als ein Fahrrad. Bei dem NASA-Wettbewerb werden neben der besten Zeit Design und Telemetrie, bei der Messdaten des Fahrzeugs ausgewertet werden, mit Geld prämiert, das wieder in die Projekte fließt. (mlx)

# Kasseler darf Mondbuggy bauen

Sang-Jin Kim geht auf das Friedrichsgymnasium und ist einziger Hesse bei NASA-Wettbewerb in den USA

VON MIRKO KONRAD  
KASSEL. Eigentlich war Sang-Jin Kim auf der Suche nach einem Ferienjob. Jetzt fliegt der 15-jährige Kasseler Schüler vom 20. bis 29. April nach Huntsville im US-Bundesstaat Alabama. Dort nimmt er am 20. Moonbuggy-Rennen der NASA teil.

Statt um einen Ferienjob bewarb sich der Schüler beim International Space Education Institute in Leipzig. Das Institut stellt Teams aus Schülern und Studenten aus ganz Deutschland zusammen, die einen sogenannten Moonbuggy konstruieren. „Das Gefährt ist eine Mischung aus Tandem und Geländewagen“, sagt Sang-Jin Kim, der vor einem halben Jahr mit seinen Eltern

und seinen beiden jüngeren Geschwistern von Erlangen nach Kassel gezogen ist. Hier besucht der gebürtige Göttinger die Jahrgangsstufe zehn am Friedrichsgymnasium.

Der Moonbuggy ist vom Mondauto der Apollo-Missionen inspiriert. Mehr als 80 internationale Teams treten bei dem Wettrennen in den USA auf einer simulierten Mondpiste gegeneinander an. Darunter aus Deutschland ein Studenten- und ein Schülerteam, dem Sang-Jin angehört. Aus Hessen ist er der einzige Projektteilnehmer.

In diesem Jahr wird der Wettbewerb noch mit einer veränderten Vorjahres-Version des Buggys bestritten. Aufgabe Sang-Jins wird es in den kommenden zwei Jahren sein, ein

Drei-Gang-Getriebe für das Hightech-Gefährt zu konstruieren. Dabei wird er mit dem Fuldaer Fahrrad-Getriebe-Hersteller Rohloff zusammenarbeiten. Derzeit hat das Getriebe 14 Gänge, von denen aber nur wenige genutzt werden. „Beim Rennen im April werden Messdaten am Moonbuggy erhoben, auf deren Basis das neue Getriebe konstruiert wird“, erklärt der Schüler. Jetzt macht sich Sang-Jin erst einmal mit den Eigenschaften des Buggys vertraut und verbringt bis zur USA-Reise jedes zweite Wochenende in Leipzig, um sein Team zu treffen. „Es könnte sein, dass ich in diesem Jahr Fahrer werde“, sagt er.

In der Schule hat Sang-Jin derzeit die Leistungskurse Physik, Mathe, Biologie, Geschichte und Englisch. Das Moonbuggy-Projekt kann er als „besondere Lernleistung“ in sein Abitur 2015 einbringen. Das würde ihm die mündliche Prüfung ersparen. Außerdem winkt ihm ein Praktikum bei Rohloff, bevor es an die Konstruktion des neuen Getriebes geht.

Auf die USA-Reise freut er sich besonders: Dort kann er unter anderem hinter die NASA-Kulissen blicken und Raumfahrt-Pioniere der Apollo-Missionen treffen. „Solche Chancen haben nur wenige“, sagt er. Für seine Hobbys Klavierspielen, Fotografieren, Fußball und Basketball wird jetzt weniger Zeit bleiben. **HINTERGRUND** (mlx)



Tobias Meier (15) mit Co-Pilotin Michaela Ebert (14) vom deutsche Team beim Rennen 2012. Foto: spaceeducation.de



Freut sich auf seine Mission: Der Kasseler Schüler Sang-Jin Kim nimmt am Moonbuggy-Rennen der NASA teil. Foto: Konrad

# Radfahren auf dem Mond

**TECHNIK** In Leipzig bauen Jugendliche Moonbuggys: Liegefahrräder, mit denen man auf unwegsamem Gelände wie auf dem Mond fahren kann. In Workshops jetzt im Sommer dürft ihr mitbauen.

VON JULIANE GRINGER

**HALLE/MZ** - „Die Elektronik ist total spannend, die Achsen neigen sich unabhängig voneinander und man kann es so klein zusammenklappen, dass es in einen Koffer passt“. So schwärmt die 18-jährige Nadin Rößler von einem Fahrrad. Genauer gesagt ist es ein Tandem-Mountain-Liegefahrrad mit vier Rädern und mit diesem eigentümlichen Gefährt könnte man sogar auf dem Mond fahren! Der „Moonbuggy“, ein Nasa-Projekt für Jugendliche, müsste noch ein paar mehr Eigenschaften erfüllen, um zum Beispiel der Gravitation dort stand zu halten, aber er würde theoretisch auf dem harten Gelände des Mondes bestehen. In Leipzig baut ein Team von Jugendlichen an dem Gerät und tritt immer im Frühjahr damit beim „Moonbuggy Race“ der Nasa in den USA an.

Dort treffen sich Teams aus vielen Ländern. Die Teilnehmer sind vor allem Technikfans, die gerne tüfteln und forschen. Im vergangenen Jahr saß Nadin beim „Moonbuggy Race“ mit auf dem Rad: Es galt, den Weltmeistertitel zu verteidigen, den sich das Leipziger Team im Jahr zuvor gesichert hatte. Mit einer zweiten Goldmedaille klapperte es zwar leider nicht, aber allein die Teilnahme war für sie ein voller Erfolg: „Das war ein einmaliges Erlebnis“, so Nadin. „Schon dass ich in die USA reisen durfte, war einfach mega.“

In den Wochen

vor dem Rennen hat sie in jeder freien Minute am Buggy gearbeitet. Die Schülerin ist jedes Wochenende nach Leipzig gefahren und hat unermüdlich alles vorbereitet. „Das war ziemlich stressig, für Freunde blieb da kaum noch Zeit. Aber der Aufwand hat sich auf jeden Fall gelohnt“, stellt sie fest.

Der Moonbuggy ist ein aufwändiges Konstrukt, das bis zu 80 Stundenkilometer schnell fährt. Nur etwa 100 Stück gibt es davon weltweit und jedes ist ein Einzelstück: Die Teams finden beim Versuch, den Bedingungen einer Fahrt auf dem Mond so nah wie möglich zu kommen, jedes für sich ganz eigene Lösungen. Obwohl so lange an den Fahrzeugen gearbeitet wird, zeigt sich dann jeweils erst beim Rennen, ob ein Buggy hält, was er verspricht. „Deshalb gibt es auch zwei Renttage“, erklärt Ralf Heckel, Leiter des International Space Education Institute in Leipzig (ISEI). „Die meisten Buggys offenbaren am ersten Renntag eine Schwäche oder tragen einen Schaden davon. Die Konstrukteure können ihre Fahrzeuge in der Werkstatt dann noch reparieren oder verbessern.“

Man muss kein Techniker sein, um sich bei dem Projekt zu engagieren. Es gibt viele weitere Aufgaben zu erledigen: Software

muss programmiert, Daten müssen ausgewertet werden, man muss Sponsorengelder sammeln, Marketing machen oder die Kleidung besorgen. Das Projekt will auch viel mehr, als nur Jugendliche beim Basteln anzuleiten: Die Teilnehmer können sich ausprobieren, erleben Wissenschaft hautnah und lernen sich und



ihre Fähigkeiten kennen. Das soll sie auch auf ihrer Suche nach einem passenden Beruf begleiten. „Hier soll keiner Astronaut werden“, erklärt Heckel. „Wir wollen den Jugendlichen vielmehr zeigen, was für sie in der Zukunft möglich sein wird.“

Die Nasa will sich mit dem Projekt natürlich langfristig Nachwuchs sichern, im Rahmen ihrer Verantwortung als zivile Behörde will sie aber auch das natürliche Interesse von jungen Menschen an wissenschaftlichen Themen fördern. „Aber die Nasa macht nur die Tür auf – nicht mehr und nicht weniger“, so Heckel. Ehemalige „Moonbuggy-Bauer“ aus Leipzig haben es schon zum Studium nach

Harvard und Cambridge gebracht, einer arbeitet als Mechaniker in Silverstone für die Formel 1. Praktika bei der Nasa sind möglich und teilweise werden Ellitstipendien gesponsert. Wer sich dauerhaft im Team engagiert oder sogar – eine besondere Ehre – als Fahrer am Rennen teilnimmt, bekommt ein Zertifikat mit Nasa-Stempel. Das kann man in die Bewerbungsunterlagen für Lehre, Studium oder Job packen. Laut Heckel wird solches Engagement in der Freizeit immer wichtiger. „Arbeitgeber wollen längst nicht mehr nur gute Noten sehen“, ist er überzeugt.

Das glaubt auch Nadin, die gerade ihr Abi gemacht hat und sich nun um Studienplätze bewirbt: Sie will Mathe-Physik-Lehrerin werden. Für sie war die größte Motivation, beim Moonbuggy-Projekt mitzumachen, jedoch die Arbeit im Team. „Ich habe viele tolle Leute kennen gelernt und wir hatten so viel Spaß zusammen“, sagt sie. Außerdem fand sie es beeindruckend, „was man in nur einem Jahr alles schaffen kann“.

Bei ihrem Aufenthalt in den USA lernte Nadin Astronauten kennen, die an Apollo-Missionen teilgenommen haben. „Sich mit denen unterhalten zu können, war total aufregend. Plötzlich sitzt man mit Menschen am Tisch, die schon ins All gereist sind.“ Sie selbst wäre bei einem Trip zum Mond sofort dabei, aber lieber nicht beruflich, sondern nur als Touristin: „Als Astronautin verbringt man nicht viel Zeit zu Hause und das wäre nichts für mich. Dafür ist mir meine Familie zu wichtig.“



Nadin (oben und im Fahrzeug hinten) war beim Moonbuggy-Rennen in den USA dabei.

FOTOS: HECKEL

## Leipziger Institut rüstet zu Moonbuggy-Race der Nasa

Schülerteam eins war 2005 an den Schaltstellen der russischen Raumfahrt, Team zwei 2006 beim Start eines Space Shuttle in Cape Canaveral dabei, und jetzt läuft der Countdown für die dritte Schülerteam-Mannschaft des in Leipzig ansässigen German Space Education Institute. Wenn am 14. April im US-amerikanischen Huntsville das Moonbuggy-Race 2007 startet, wird die Crew mit einem Gefährt der Marke Eigenbau dabei sein. „Die Flugtickets haben wir schon, die Teilnahmebestätigung auch; jetzt bauen wir das Fahrzeug zusammen“, meint Institutschef Ralf Heckel und freut sich, dass mit der Chemnitzer Firma Bruno Banani ein namhafter Sponsor gefunden werden konnte.

Diverse Leipziger Betriebe helfen den Jugendlichen mit Material und Knowhow für das Vehikel, das – so die Ausschreibungsbedingungen – zusammenklappbar sein und in einen Würfel mit einer Kantenlänge von maximal 1,2 Meter passen muss. Angetrieben werden dürfen die Moonbuggies nur mit Körperkraft. In die USA will die Crew am 10. April fliegen, zehn Tage vorher wollen die Schüler in Leipzig die ersten Teststrecken mit dem Gefährt absolvieren. „Uns sitzt die Zeit im Nacken und die Konkurrenz schläft nicht“, meint Heckel. Rund 30 Teams werden sich bei dem Rennen, das vom Spaceflight-Center der Nasa in Huntsville

ausgerichtet wird, um den Siegertitel. Außer dem Leipziger Institut gibt es nur US-Teilnehmer, denn die Rallye ist normalerweise bloß für Amerikaner bestimmt. Dank der langjährigen Kontakte, die Heckel zur Nasa hat, machten die Verantwortlichen eine Ausnahme. Heckel: „Das wird natürlich ein David-gegen-Goliath-Rennen, weil bei den US-Mannschaften viel mehr technische Power dahintersteht als bei uns. Aber wir sehen das sportlich – Dabei sein ist alles.“ mabe



Ein Experte des Leipziger Kugellagerwerkes fachsimpelt mit einer Schülerin des Moonbuggy-Teams. Foto: Ralf Heckel

### MITMACHEN

#### Sommerworkshop und Testwochenenden

**Beim Sommerworkshop für das Nasa-Moonbuggy-Race in Leipzig** könnt ihr ein internationales Feriencamp erleben. Die Teilnehmer des Workshops fertigen Teile und montieren einen Moonbuggy. Dabei werden vor allem handwerkliche Fähigkeiten und logisches Denken vermittelt. Außerdem werden Exkursionen unternommen und Sport gemacht: Fahrrad, Kanu, Wasserski oder Segelfliegen. Der Termin kann flexi-

bel gewählt werden: Alle vollen Kalenderwochen bis zum 31. August sind möglich. Übernachtet wird im Space Hotel des International Space Education Instituts, einer Anlage mit großem Garten mit Grillplatz, Pool und Werkstatt.

**Neben diesem Workshop kann man an Testwochenenden** in die Arbeit beim Moonbuggy schnuppern: Dort entsteht ein 1:10-Modell des Gefährts zum Mitnachhausehnen.

Infos und Anmeldung unter: [www.spaceeducation.de](http://www.spaceeducation.de)

**Canarias7.es** versión móvil en canarias7.es

Portada Islas Deportes Opinión Especiales Multimedia Ocio Participación

Galerías de fotos Vídeos Audio Infografías Documentos de interés Fondos de escritorio

Vídeos: 02 abril 2010, actualizado a las 21:25 h.

**FLASH** 13:48 | ¿Le parece bien que el mástil de la Fuente Luminosa sea utilizado para unos molinos eólicos?

Galerías de fotos

**MAURITANIA** DESTINO ECOTURISTICO DESDE CANARIAS

Imágenes del día

Los estudiantes Stephanie Fleischer y Stefan Martini montan en su "moonbuggy" en Leipzig (Alemania). Ambos forman parte de un equipo de alumnos que competará en una carrera de "moonbuggy" de la Nasa el próximo 8 de abril en Estados Unidos. La prueba de la Nasa requiere construir un vehículo propulsado por el hombre con unas especificaciones concretas de tamaño y peso. El vehículo va a probar su competencia en un circuito exigente. Durante los últimos tres años, alumnos de entre 13 y 19 años del Instituto de Educación Espacial Internacional de Leipzig han ganado premios de la Nasa en carreras y lideran el campeonato de constructores.

# OLDENBURGER MÜNSTERLAND

## Mit Max auf einer Mondfahrt

Azubi aus Bakum startet bei Nasa-Rennen

Früher war er Radsporler. Jetzt tritt, lenkt und schaltet Max Frank nicht nur. Er konstruiert auch mit an seinem Renngefährt. Das nennt sich Moonbuggy und ist ein Tandem-Liegegerad auf vier Rädern.

Von Anke Hibbeler

**Lohne/Bakum** – Trainingsrückstand, ein unglückliches Händchen bei der Materialwahl und keine Einreiseerlaubnis für den russischen Teil der Crew: Die Sterne standen nicht gut für das Team Germany. Dass Max Frank (18), Azubi aus Bakum, mit seiner Co-Pilotin Nadin Rößler (17) vor wenigen Tagen beim Nasa Moonbuggy Race in Huntsville/Alabama dennoch Vierter wurde, finden seine Fans und Förderer klasse. Der 18-Jährige selbst hätte allerdings gern seinen Titel verteidigt. Schließlich war der junge Mann, der seit einigen Monaten im Kreis Vechta lebt, 2010 der erste ausländische Pilot, der das Rennen über den irdischen Nachbau des Mondes gewinnen konnte.

Und was sind Moonbuggys? Max Frank grinst. In Norddeutschland ist diese Tandemvariante auf vier Rädern so exotisch wie ein Marsmännchen. Aber in Leipzig, der Heimatstadt des 18-Jährigen, sind die geländetauglichen Liegefahrräder bereits mehrfach gesichtet worden. Dort hat auch Max Frank das ungewöhnliche Vehikel für sich entdeckt – über seine Schule und den Verein „International Space Education Institute“.

Das sehr irdische Anliegen dieser Gruppierung mit internationalen Vorbildern, die sich durch Spenden, Sponsorenmittel und Mitgliedsbeiträge finanziert: Künftige oder frisch geprüfte Ingenieure, Wissenschaftler, Manager und Handwerker zum Tüfteln einzuladen, erklärt der Vorsitzende Ralf Heckel. Ihnen wolle der Verein ein Bildungsangebot machen, bei dem die Begeisterung für Technik

aufgegriffen werde, der Sport eine Rolle spiele und, weil nicht jeder Teamkollege ei-



**Im Einsatz:** Kraft und Köpfe braucht, wer Moonbuggys fahren und konstruieren möchte.

nen deutschen Pass habe, die Multilingualität gefördert werde. Die Raumfahrt sei dabei eher Mittel als Zweck. „Sie ist immer modern und zieht damit auch die mit Computern und Handy groß gewordene Generation an“, erklärt Ralf Heckel.

So wie Max Frank, der vorher zehn Jahr lang in die Pedale seines Rennrades getreten war. Er schloss sich dem Team Germany an, zu dem Deutsche, Russen und eine Französin gehören. Er wurde der Pilot und gewann 2010 in seiner Startklasse gegen etwa 80 Mannschaften aus aller

Welt den Titel. Eine Premiere für Max und ein Novum für die US-Weltraumbehörde Nasa, die das Rennen veranstaltet.

Der Wettbewerb selbst soll an die Anfänge der bemannten Raumfahrt erinnern und ist gleichzeitig eine Werbung um Nachwuchs. Zwei Tage dauert der Contest. Die Rennstrecke ist etwa 1,2 Kilometer lang. Der Mond mit seinen Buckeln, Kratern und Hügeln liefert das Vorbild für den Parcours, über den die selbst gebauten Buggys zu steuern sind. Je schneller, desto besser. Dabei komme es nicht

nur auf die Muskelkraft von Pilot und Co-Pilot an – jede Schraube, jedes Zahnrad könne entscheidend sei, erklärt Max. Die Arbeit der Konstrukteure am PC und in der Werkstatt sei daher sehr wichtig. Dabei will der 18-Jährige künftig auch das Wissen nutzen, dessen Erwerb ihn zum Einwohner des Kreises Vechta gemacht hat. Kfz-Mechatroniker, Fachrichtung Kommunikationstechnik, möchte der junge Leipziger werden. Die Firma Südbeck in Bakum ist sein Ausbildungsbetrieb; die Adolf-Kolping-Schule Lohne seine Berufsschule. Beide, erzählt Max, hätten ihn gut unterstützt. Beide wollen ihm helfen, künftig in der Freizeit im Kreis Vechta tüfteln und trainieren zu können.

Für die Praxis, den sportlichen Part also, wird dem Azubi ein etwa 30 000 Euro teures Buggy nach Bakum gebracht. „Ich suche eine Trainingspartnerin“, erklärt der 18-Jährige. Und auch eine Trainingsstrecke, die er zur Mondlandschaft umgestalten kann, möchte er finden. 2012 will Max Frank nämlich wieder nach den Sternen greifen – nach dem Moonbuggy-Weltmeistersternen natürlich.

Kontaktadresse: max.frank@spacepass.de.



**Das Team Germany:** Max Frank und seine Mitstreiter in Huntsville. Fotos: International Space Education Institute

# Schüler landen mit Mondauto bei der Nasa

Gymnasiast Thommy Knabe aus Reichenbach und seine Mannschaft sind bei ungewöhnlichem Rennen in den USA das beste ausländische Team

Die beiden Gymnasiasten Lisa Hartenstein aus Taura und Thommy Knabe aus Reichenbach waren zehn Tage lang bei der US-Raumfahrtbehörde Nasa im Einsatz. Die beiden Schüler haben in Huntsville im Bundesstaat Alabama ein Mondauto getestet, das sie selbst mit gebaut haben. Bei einem Rennen sind die Sachsen das beste ausländische Team geworden, insgesamt 7. unter 90 Teilnehmern.

VON HEIKE HUBRICHT  
UND ULRICH RIEDEL

**Reichenbach.** Es ist 109 Kilogramm schwer, hat vier Räder, zwei Differentialgetriebe, 28 Gänge, elektronische Sensoren und andere Extras: Das Moonbuggy (Mondauto) made in Germany. Der 18-jährige Thommy Knabe aus Reichenbach und fünf weitere junge Leute aus Sachsen haben es konstruiert und gebaut – in Regie des German Space Education Institute in Leipzig. Gemeinsam reisten die technikbegeisterten Gymnasiasten und Studenten Ende März in den US-Bundesstaat Alabama: In der Mondraketenstadt Huntsville nahmen sie mit ihrem geländegängigen Gefährt am 16. Nasa-Moonbuggy-Rennen teil.

## 90 Starter aus 13 Ländern

Ein 1,2 Kilometer langer Parcours mit einer Mondlandschaft war zu bewältigen. Bis zu einem halben Meter hohe Hindernisse und genauso tiefe Krater gehörten zur Strecke. Aber Thommy Knabe ließ sich davon nicht beeindrucken, ebenso wenig wie vom Teilnehmerfeld mit 90 Startern aus 13 Ländern. Bereits vor zwei Jahren war er beim Rennen in Huntsville dabei und landete auf Rang 11. „Diesmal haben wir eine viel bessere Zeit erreicht: Wir waren anderthalb Minuten schneller“, sagt er stolz.

Der Spross der in Reichenbach bekannten Familie Knabe (Vater Michael ist Inhaber eines Fotostudios) bildete gemeinsam mit der 17-jährigen Schülerin Lisa Hartenstein aus Taura ein Team. Zusammen lenkten und bremsen sie das Moonbuggy und traten kräftig in die Pedale. In beiden Läufen erreichte das Mondauto sicher das Ziel, während nicht wenige andere Vehikel umkippten oder sogar auseinanderfielen. Das Team

aus Sachsen war die beste ausländische Mannschaft und erkämpfte insgesamt den siebten Platz.

## Fachleute zeigen Interesse

„Alle haben uns angefeuert“, erzählt Lisa Hartenstein, die am Gymnasium Burgstädt lernt, mit leuchtenden Augen. „Die Amerikaner haben sich mit uns gefreut.“ Schon zuvor sei ihr aufgefallen, dass man ihr Team überall mit offenen Armen empfangen habe. „Für unser Buggy haben sich die Nasa-Leute sehr interessiert“, sagt Lisa. Die technischen Raffinessen seien bewundert worden. So verfügt das Gefährt über eine Funktelemetrie, Messdaten können übertragen und dann ausgewertet werden.

Thommy berichtet, dass er die komplizierten Getriebe berechnet und entwickelt hat. Er fügt hinzu: „Wir können auf der Straße 50 km/h erreichen, aber auch Treppen hoch fahren.“ Sogar ein drei Tonnen schweres Fahrzeug haben die beiden an den Haken genommen und abgeschleppt, berichtet der Reichenbacher. Allerdings: Ein wenig Ausgespeckt werden muss das Moonbuggy wohl trotzdem.

Zwar schafften es Lisa und Thommy, ihr Auto – wie vom Veranstalter vorgeschrieben – sechs Meter weit zu tragen, aber beim Fahren spürten die Schüler schon das Gewicht, obwohl sie beide zuhause trainiert hatten. Ein Fitnessprogramm gehörte zur Vorbereitung auf das Rennen. Lisa hatte auch die Aufgabe, Sponsoren zu suchen und Kontakt zum Hauptsponsor ihres Teams, dem Chemnitz-Wäschehersteller Bruno Banani, zu halten. Und zwar neben dem Unterricht. „Das war manchmal nicht einfach, aber es hat sich gelohnt“, so Lisa. Sie ist froh, dass das Burgstädter Gymnasium sie für das Projekt vorgeschlagen hatte und sie ausgewählt wurde.

## Begegnung mit Legenden

Noch oft denkt die Jugendliche an ihre Begegnung mit dem 91-jährigen Walter Jacobi, Experte für Treibstoff-Ventile und einer der letzten noch lebenden Raumfahrtpioniere: „Er hat sich genau nach unserem Moonbuggy erkundigt“, sagt Lisa. Die Sympathie war beidseitig. Nach dem Treffen schrieb Jacobi: „Solch' eine Generation wie Lisa brauchen wir hier in Huntsville auch.“ Und Nasa-Manager Jesco von Puttkamer, ein gebürtiger Leipziger, habe ihr Unter-



Lisa Hartenstein (vorn) und Thommy Knabe beim Start mit ihrem Mondauto in Huntsville/Alabama. Das Nasa Moonbuggy Race kann in Sachsen als Bell (Besondere Lernleistung)-Thema im Abitur verwendet werden. – FOTO: SPACEPASS



Thommy Knabe aus Reichenbach in seiner Kluft. – FOTO: MICHAEL KNABE



Die 17-jährige Teampartnerin, Lisa Hartenstein vom Burgstädter Gymnasium. – FOTO: ANDREAS SEIDEL

stützung angeboten, falls sie sich beruflich mit der Raumfahrt beschäftigen will. „Aber ich weiß noch nicht, was ich werden will – vielleicht studiere ich Internationales Management“, so Lisa Hartenstein. Zunächst allerdings wird sie für ein Jahr als Austauschschülerin nach Neuseeland gehen – und dort

als Botschafterin für das Raumfahrt-Projekt arbeiten.

Thommy Knabe hingegen verfolgt irdische Ziele. Er peilt ein Maschinenbaustudium an der TU Dresden an. Auf dem Weg dorthin sieht er das etwas skurril anmutende Rennen als einen wichtigen Schritt. Denn: Aus dem Hobby wurde eine

## STICHWORT

### Mondauto-Rennen

Seit 16 Jahren veranstaltet die National Aeronautics and Space Administration (Nasa), die zivile US-Bundesbehörde für Luft- und Raumfahrt, Mondauto-Rennen. Die Fahrzeuge müssen zehn Kriterien erfüllen, so zwei Batterien, eine Antenne und Solarantrieb haben. Jedes Jahr muss das Moonbuggy weiterentwickelt werden. Zur nächsten Mars-Mission sollen diese Gefährte in abgewandelter Form auf dem Roten Planeten eingesetzt werden. Mit dem Projekt sollen junge Ingenieure gefördert werden. (HH) @ www.spacepass.de

Prüfungsnote. „Am Goethe-Gymnasium wird die Arbeit als besondere Lernleistung bewertet und fließt ins Zeugnis ein.“ Und was hat die trotz Sponsoreinsatz aufwändige und kostspielige Reise sonst noch gebracht? „Man lernt Land und Leute kennen und verbessert die Englisch-Kenntnisse.“

## Neues vom Space Education Institute, Wurzner Straße 4



Das in der Wurzner Straße 4 beheimatete Space Education Institute will sich nach Auskünften seines Chefs Ralf Heckel künftig auch der „Förderung von Existenzgründern der Bereiche Technik, Naturwissenschaft, Ingenieurwesen in der Region Leipziger Osten“ annehmen.

Die seit rund zehn Jahren aktive Einrichtung wird in diesem Zusammenhang auch an der Gestaltung ihres unmittelbaren Umfeldes im Stadtteil mitwirken. So werde „durch den Ankauf eines weiteren angrenzenden Grundstücks am Vereinshaus in der Wurzner Str. 4 im ausgehenden Jahr 2012 auch ein ehemaliger Garagenblock erworben. Dieser wird bis zum Mai 2013 zu einer Lehrwerkstatt und einem Business-Inkubations-Standort für Ingenieursanwendungen ausgebaut. Geplant ist ab Mai 2013 die Einrichtung einer ersten kleinen Ingenieursfirma zur Herstellung von 3-D CAD-Anwendungen, 3-D-Druckerzeugnissen und 3-D-Fräserzeugnissen.

Die künftigen Geschäftsinhaber sind Ingenieure und Jungunternehmer aus Moskau, welche in den letzten 2 Jahren durch das International Space Education Institute im Erlernen der deutschen Sprache in Leipzig gefördert wurden. Beide schließen im Februar 2013 den Aufbaukurs in Deutsch in Leipzig ab. Beide wurden auch im BTZ der Handwerkskammer in Borsdorf in verschiedenen handwerklichen Fertigkeiten gefördert. Es ist zu erwarten, dass beide Fachkräfte in der Lage sind, ein starkes Technologieunternehmen auf der Ebene der E-Mobilität als Entwickler und Zulieferer in Leipzig aufzubauen.

Ich finde es wichtig, junge und außergewöhnliche Fachkräfte von unserem Land und seinen Möglichkeiten zu überzeugen und hier anzusiedeln“, unterstreicht Ralf Heckel.

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

**Einen guten Rutsch und ein gesundes und erfolgreiches Neues Jahr 2013!**



IC-E InfoCenter Eisenbahnstraße  
Tel. (0341) 6 81 00 80  
[www.leipziger-osten.de](http://www.leipziger-osten.de)  
[blitzinfo@leipziger-osten.de](mailto:blitzinfo@leipziger-osten.de)

## 16. Quellenverzeichnis

Fotos

Ralf Heckel

Jasmin Haack (Spritzgussfertigung)

Ralf Seegers (NASA Award Zeremonie)

Grafiken

Ralf Heckel (Telemetrie)

Christian Hein (1. Generation des Getriebes)

Evgeniy Zakutin (2. und 3. Generation des Getriebes)

Texte

Nadin Rößler

Thommy Knabe

Ralf Heckel

Korrektur

Yvonne Heckel

### Dieses Projekt wurde betreut durch:

International Space Education Institute

- gemeinnütziges freies Institut zur Förderung der Studien- und Berufsorientierung im Ingenieurwesen und der Luft- und Raumfahrt e.V.

- charitable free institute to support the study- and occupational orientation in engineer's being and aerospace industries (registered association)

Wurzner Str. 4; D-04315 Leipzig; Germany

Tel: +49 (0) 341-68139-86; Fax: -89

Amtsgericht Leipzig VR 4401

[www.spaceeducation.de](http://www.spaceeducation.de), [www.spaceeducation.eu](http://www.spaceeducation.eu)

-----  
online-network: Facebook, Youtube, Flickr, (account: spaceeducation)  
-----

This institute is teaching in english language. The voluntary educators are under current support of an international advisory committee. It is a grassroot initiative on a level as corporate citizenship (NGO, non-profit).