



reisswolf

4/24

SPACE

MESSEBESUCH
ILA BERLIN

INTERVIEW
ULRICH WALTER



WARR MOVE: DEDRA
Hochschulwahl-Ergebnisse
Datenschutz

AkaModell
Space Debris

EDITORIAL

Die Vorlesungszeit ist vorbei und der letzte Reisswolf des Semesters trudelt mit euch gemeinsam in die Prüfungsphase. Sicher gibt es wieder einige Herkules-Klausuren zu bestehen und gerade den Zweitversuchen der GOPs wünschen wir viel Erfolg. Zum Träumen zwischendurch dreht es sich in dieser Ausgabe um das Thema „Space“. Die Überraschung: Mit dem zweiten WOLF für dieses Semester! Doch Alles der Reihe nach.

Den Einstieg in das Thema macht ein kurzer Artikel der Studentengruppe „WARR“ in dem ihr neuartiger Sensor „DEDRA“ vorgestellt wird. Dieses kleine Stück Technologie soll dazu beitragen, dass auch zukünftige Generationen noch die unendlichen Weiten des Weltraums erforschen können.



Tiefer in der Atmosphäre spielt sich Cedrics Interview der „Aka-Modell München“ ab. Der studentische Verein beschäftigt sich mit dem großen Thema Luftfahrt – im Kleinen.

Um den Abschnitt Campus abzuschließen gibt es danach noch eine kurze Zusammenfassung der Hochschulwahl-Ergebnisse.

Weg vom UniCampus geht es anschließend auf die diesjährige „Internationale Luft- und Raumfahrt ausstellung“ kurz „ILA“ in Berlin. Neben einer ausführlichen Zusammenfassung der Messe findet ihr hier reichlich Bilder von Flugshows sowie Luft- und Raum schiffen aller Art.

Mit einem Interview des ehemaligen Wissenschaftsastronauten Ulrich Walter geht es unter der Rubrik „Nachgefragt“ weiter. Als einer der wenigen Astronauten an der TUM, berichtet er von seinen Erfahrungen und Forschungen in der Schwerelosigkeit.

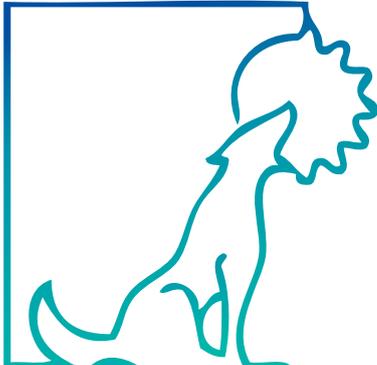
Zwischendurch kommt Stefans Artikel „Datenschutz – eine Grundsatzdebatte“ in dieser Ausgabe. Er gibt Eindrücke, warum das Thema nicht an Relevanz verloren hat und veranschaulicht wie sich auch nicht digital versierte Menschen vor unbefugten Datendieben schützen können.

Zur genaueren Betrachtung der Gefahr durch Weltraumschrott greift Emma am Ende dieser Ausgabe nochmal das Thema „Space Debris“ auf.

In diesem Sinne möchten wir uns als Redaktionsleitung nochmal beim gesamten Redaktionsteam für das Engagement und die rege Teilnahme dieses Semester bedanken und wünschen euch allen eine erfolgreiche Prüfungsphase, sowie erholsame Semesterferien.

Felix & Emma
reisswolf@fsmb-tum.de

INHALT



IMPRESSUM

19.07.2024

V.I.S.D.P.

Emma Jung
Fachschaft Maschinenbau
Technische Universität München
85748 Garching b. München
089/289-15045
reisswolf@fsmb-tum.de
reisswolf.fsmb.de
www.fsmb.de/reisswolf

REDAKTION UND ERSTELLUNG

Paul Bachmann, Andreas Blum, Devansh Dhard, Marcus Dürr, Emma Jung, Bela Schell, Gustaf Schmalfeld, Stefan Schördinger, Cedric Skiebe, Emma Steinmann, Philipp Koch, Felix Fröhlich, Benno Raupach

TITELBLATT

Erster Raketenstart der Ariane 6 am 9. Juli 2024
ESA - S. Corvaja

AUFLAGE

350

DRUCK

Studiendruck der Fachschaft Maschinenbau e.V.

Mit Namen gekennzeichnete Artikel geben nicht die Meinung der Redaktion, sondern die der Verfasserin wieder. Die Redaktion behält sich vor, gegebenenfalls Kürzungen an den Beiträgen vorzunehmen.

Fachschaft

Fachschaft Kompakt..... 4

Campus

WARR MOVE: DEDRA..... 6

AkaModell..... 8

Hochschulwahl-Ergebnisse..... 11

Messen und Exkursionen

ILA 12

Nachgefragt

Interview Ulrich Walter..... 22

Nachgedacht

Datenschutz 28

Space Debris 31

Unterhaltung

Space Rätsel 34



FACHSCHAFT KOMPAKT

Neues aus der FSMB



Fachschaft
Maschinenbau

Instagram:
@fsmb_tum
Website:
www.fsmb.de

Leitung

Liebe Kommiliton*innen,
Das Semester ist schon fast vorbei und die Prüfungszeit nähert sich. Bitte nehmt an den laufenden Lehrveranstaltungs-Evaluierungen teil, um den Dozierenden Feedback zu geben und die Lehre zu verbessern.

Ihr könnt uns natürlich ebenfalls jederzeit unter dem Semester Feedback geben. Schreibt uns dazu einfach eine E-Mail oder benutzt unseren neuen Feedbackbriefkasten an der Fachschaftstür! Falls ihr Probleme gemeinsam diskutieren wollt, dann bietet sich dazu die Fachschaftssitzung montags um 17:30 Uhr oder das Kaffeekränzchen donnerstags um 14:00 Uhr an. Diese werden regulär bis zum Ende der Vorlesungszeit stattfinden.

Wir hoffen, dass wir euch gemeinsam mit den anderen Fachschaften ein wundervolles Sommersemester 2024 bereiten konnten und wünschen euch viel Erfolg bei den Prüfungen!

Eure Fachschaftsleitung
Alex und Henri

Team für internationale Studierende

The semester is slowly coming to an end and there are only a few events of the buddy program left. We want to thank all the TUM students that signed up to support international students during their stay in Munich this summer semester!

We begin preparations for the upcoming winter semester. We have big ideas in mind, which we are very excited for and cannot wait to bring into reality. If you want to contribute, we are always open for new ideas and suggestions.

If you feel like this could be something for you,



our search for new buddies who are interested in helping international students settle in during their exchange semester(s) at TUM will start soon- Feel free to e-mail us with any input or other concerns. :) international@fsmb-tum.de

Your Team for international Students

Erstsemesterteam

Das Semester neigt sich dem Ende zu. Wir haben wieder alle wichtigen Informationen für die anstehenden Grundstudiumsprüfungen zusammengetragen und euch in den NoPanic Vorträgen vorgestellt. Zudem rückt natürlich auch das neue Semester immer näher. Die neuen Erstis werden die ersten sein, die den neuen, überarbeiteten Maschinenwesen Bachelor studieren werden. Dementsprechend müssen wir auch die SET komplett überarbeiten und an die neue Studienordnung anpassen. Wenn Ihr irgendwelche Fragen habt kommt gerne auf uns zu.

Wir wünschen euch viel Erfolg bei all euren Prüfungen!

Euer Erstsemesterteam

Team für Hochschulpolitik

Die Gremien, in denen wir euch vertreten kommen zu einem Ende und nun bleibt es zu hoffen, dass die von uns angebrachten Kritikpunkte aufgenommen und bestmöglich umgesetzt werden.

Unser semesterliches Problemkind, die Studienzuschusskommission war in den letzten Monaten unser Hauptthema. Hier verteilen wir sechsstellige Geldbeträge, die sogenannten Studienzuschüsse, an Lehrstühle. Die stellen Anträge für Tutorien, Praktika und andere Projekte. Leider wird dieses Geld immer weniger und es war dieses Semester eine Herausforderung dafür zu sorgen, dass alles bewilligt wird, was für das Studium notwendig ist. Falls euch das Thema interessiert seid ihr eingeladen euch bei uns zu Informieren oder sogar in der nächsten Kommission teilzunehmen. Kommt gerne ins Büro oder schreibt eine Mail.

Viel Erfolg euch bei den Prüfungen!

Euer Team für Hochschulpolitik





Team für Information und PR

Das Semester läuft dem Ende zu und es ist beim Info&PR team schon einiges passiert. Wir haben die Gewinner-Sticker ausgewählt und ihr könnt euch die Sticker bei uns in der Fachschaft an der



Theke abholen (aber nur solange der Vorrat reicht also kommt schnell vorbei!). Es gab auch schon erste meetings bezüglich MW Merch... dieser sollte dann im Verlauf des nächsten Semesters kommen

(schaut wie immer für aktuelle infos bei uns auf insta vorbei @fsmb_tum). Grundsätzlich ist es auch unsere Aufgabe, euch Studis über die neusten Infos, Events, Jobs und alles was euch noch so interessieren könnte, zu informieren. Dafür halten wir die Plakatwände in der Magistrale, die Stellenausschreibungen sowie die anderen Blackboards neben der Fachschaft aktuell. Wie immer beantworten wir fleißig jegliche Fragen, die ihr habt über unsere E-Mail Adresse info@fsmb-tum.de.

Ganz viel Kraft für die Prüfungsphase und Tschüsseldorf

Eure Teamleitung für Information und PR Miu und Julia

Veranstaltungsteam

Das Veranstaltungsteam der Fachschaft Maschinenbau (FSMB) blickt auf ein aufregendes und ereignisreiches Semester zurück. Wir hatten das Vergnügen, euch eine Vielzahl an spannenden Events zu bieten, die für jede Menge Abwechslung und Freude gesorgt haben.

Unter unseren Highlights waren ein Pokerturnier, ein Schafkopfturnier, ein Schachtturnier sowie mehrere Tanzabende. Besonders stolz sind wir auf unseren Sommerball, der in einem festlichen Rahmen stattfand und allen Teilnehmern einen unvergesslichen Abend beschert hat. Unsere Lern-Nacht bot zudem eine wertvolle Unterstützung in der Prüfungsphase und ermöglichte es euch, gemeinsam und produktiv zu lernen.

Wir freuen uns bereits auf das kommende Semester und arbeiten schon jetzt daran, wieder ein vielfältiges und unterhaltsames Programm für euch zusammenzustellen. Unser Ziel bleibt es, den Studienalltag durch abwechslungsreiche Veranstaltungen zu bereichern und den Gemeinschaftssinn unter den Studierenden zu stärken.

Für die bevorstehenden Prüfungen wünschen wir euch viel Erfolg und gutes Gelingen. Nutzt die

Zeit gut und denkt daran, dass wir als Fachschaft immer für euch da sind.

Mit den besten Grüßen

Euer Veranstaltungsteam

Skriptenteam

Eure Skriptenfamily ist auch während der Vorlesungsfreizeit für euch da! Wir drucken und nachdrucken die Vorlesungs- und Übungsunterlagen sowie Prüfungssammlungen eurer Lieblingsmodule und verkaufen sie anschließend während unserer Öffnungszeiten.

Da während der Vorlesungsfreizeit kein Nachdruck erfolgt, bitten wir euch, eure Skripte vor der letzten Vorlesungswoche zu kaufen oder zu bestellen! Ansonsten können wir die Verfügbarkeit eurer gewünschten Skripten nicht garantieren. Weil die Druckerei während der Prüfungsphase geschlossen bleibt, können wir keine Druckaufträge bearbeiten. Für weitere Informationen besuche uns auf unserer Homepage: fsmb.de/skriptenverkauf

Eure Skriptenfamily

Nachhaltigkeit

Beim Thema Nachhaltigkeit tut sich gerade nach dem TUM Sustainability Day einiges. So wurden wir von der TUM-Verwaltung angefragt, uns bei einer klimafreundlicheren Gestaltung von Reisen für Erasmus- und TUM-Exchange-Semester einzubringen. Außerdem planen wir die Treibhausgasbilanzierung von ein paar FSMB-Veranstaltungen vorzunehmen. Das heißt, dass wir versuchen, die Treibhausgase abzuschätzen, die durch unsere Veranstaltungen entstehen, sodass wir dann überlegen können, ob wir dabei manche Dinge klimafreundlicher machen können.

Momentan stehen wir außerdem in Kontakt mit bayernweiten Studi-Initiativen zu Nachhaltigkeit, dem Umweltreferat des AstA und mit der Public Climate School, und überlegen, wie wir bei der Organisation von Public Climate School Events im November mithelfen können.



Wenn ihr Lust habt, euch an der TUM für Klimaschutz und Nachhaltigkeit zu engagieren, kommt gerne jederzeit auf uns zu.

Klimafreundliche Grüße!

Euer Nachhaltigkeitsverantwortlicher Paul



DEDRA

Die Studenteninnovation zur Rettung des Weltraums



WARR MOVE

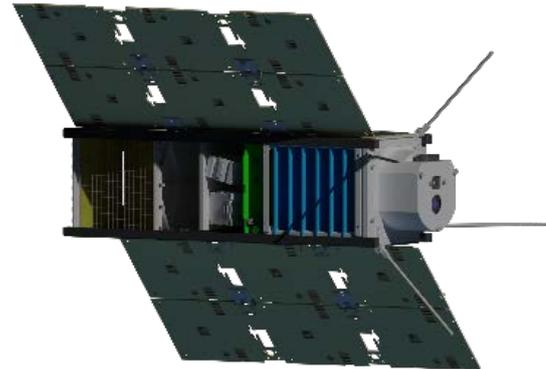
Instagram:
@warr.move
Website:
www.warr.de/projekte/move/

**„Gott sei Dank, dass die Menschen noch nicht fliegen können und den Himmel ebenso verschmutzen wie die Erde.“
- Henry David Thoreau (1817 – 1862)**

Ungefähr 200 Jahre später, im Zeitalter der Raumfahrt, verschmutzt der Mensch nicht mehr nur die Erde, sondern auch den Weltraum. Inzwischen kreisen mehr als 9000 Tonnen Weltraumschrott um die Erde - Tendenz steigend.

Unter Weltraumschrott versteht man menschengemachte und nicht mehr funktionsfähige Objekte im Erdorbit. Dazu gehören ausgediente Satelliten, Raketenstufen und Trümmer von Kollisionen oder Explosionen.

Diese Objekte rasen mit mehreren Kilometern pro Sekunde durch den Weltraum und machen selbst kleinste Teile zu gefährlichen Geschossen. Eine Kollision mit Weltraumschrott kann verheerende Folgen haben. Schon ein winziges Trümmerstück kann durch seine hohe Geschwindigkeit erhebliche Schäden an Satelliten und Raumstationen verursachen, die zu Funktionsstörungen oder zum Totalverlust führen können. Solche Unfälle gefährden die Weltrauminfrastruktur, auf die wir täglich in Form von GPS und Satelliten-



Rendering des MOVE-III Satelliten. Links ist das Öffnungsgitter des DEDRA Sensors zu sehen.

kommunikation angewiesen sind. Im schlimmsten Falle bedrohen sie sogar die Sicherheit von Astronauten. Erst im Juni mussten Astronauten auf der ISS Notfall Protokolle einleiten aufgrund erhöhte Kollisionsgefahr mit Weltraumschrott.

Ein weiteres Problem ist das Kessler-Syndrom, benannt nach dem NASA-Wissenschaftler Donald J. Kessler. Es beschreibt das Szenario, in dem die Dichte von Weltraumschrott in der Erdumlaufbahn einen kritischen Punkt erreicht, wodurch Kollisionen zwischen Trümmerteilen immer wahrscheinlicher werden. Diese Kollisionen erzeugen weitere Trümmerteile, wodurch das Risiko weiterer Zusammenstöße exponentiell steigt. Diese Kettenreaktion könnte den erdnahen Weltraum so stark verschmutzen, dass zukünftige Weltraummissionen und der Betrieb von Satelliten unmöglich werden.

Die Raumfahrt wäre massiv beeinträchtigt. Geplante Missionen, einschließlich bemannter Flüge, würden riskant und teuer. Startfenster müssten präzise berechnet werden, um Kollisionen zu vermeiden. Zusätzliche Schutzmaßnahmen wären erforderlich, was die Komplexität und die Kosten jeder Mission erheblich erhöhen würde.

Das Kessler-Syndrom hätte langfristige Auswirkungen auf die internationale Raumfahrt und könnte den Fortschritt der Menschheit im Weltraum um Jahrzehnte zurückwerfen. Dies verdeutli-



cht auf dramatische Weise die dringende Notwendigkeit, den Weltraumschrott zu kontrollieren und zu reduzieren. Ohne internationale Zusammenarbeit und effektive Strategien zur Vermeidung und -beseitigung von Weltraumschrott könnte der erdnahe Orbit unbewohnbar werden, was die Zukunft der Raumfahrt und der satellitengestützten Technologien ernsthaft gefährden würde.

Deshalb haben wir, eine Gruppe motivierter Studierender, beschlossen, DEDRA zu entwickeln: den Debris Density and Retrieval Analysis Sensor. Der Sensor ist die Payload des Satelliten move-iii, der ebenfalls von Studierenden der WARR entwickelt und gebaut wird. Das Ziel von DEDRA ist es, die kleinsten Teile von Weltraumschrott und kleinen Meteoroiden zu untersuchen und zu vermessen. Vor allem geht es darum, detaillierte Informationen darüber zu sammeln, wie viele dieser kleinen Objekte existieren, und wie schwer sie sind und wie schnell sie sich bewegen. Diese Daten sind essenziell, um die Genauigkeit der Modelle für Weltraummüll zu überprüfen und zu verbessern, die von der ESA und der NASA erstellt werden. Diese Modelle sind für Wissenschaftler:innen und Ingenieur:innen unerlässlich, um vorherzusagen, wo sich Trümmer im Weltraum befinden werden. Das kann die Sicherheit von Satelliten und Weltraummissionen maßgeblich beeinflussen. Zudem ermöglicht es die Überwachung des menschlichen Fußabdrucks und die Entwicklung von Maßnahmen gegen die Vermüllung.

Der DEDRA-Sensor ist eine hohle Box mit Dimensionen von nur 10x10x10 cm. Sie ist an einer Seite geöffnet. Schrottpartikel gelangen durch diese Öffnung in den Sensor und prallen an der Innenseite ab. Da die Teilchen mit mehreren Kilometern pro Sekunde fliegen, werden sie ionisiert und in positiv und negativ geladene elektrische Teilchen aufgespalten. Eine äußerst sensitive und schnelle Ausleseelektronik erfasst und speichert die dabei entstehenden Ladungssignale. Aus diesen Signalen können wir die Masse und Geschwindigkeit der Teilchen bestimmen. Mit diesen Daten können die Modelle der ESA und NASA ergänzt und validiert werden, um Missionen besser planen zu können und den menschlichen Fußabdruck im All zu bestimmen.

Der Sensor wird von einem Team aus fast 20 Studierenden entwickelt, die verschiedene Hintergründe in den Bereichen Aerospace, Maschinenbau, Informatik, Physik und mehr haben.

Wenn ihr mehr über den DEDRA Sensor oder andere Projekte von MOVE lernen oder mitmachen möchtet, schreibt uns gerne auf Instagram: [warr.move](https://www.instagram.com/warr.move) :)





AKAMODELL IM INTERVIEW

Fliegen und trotzdem am Boden bleiben



Instagram:
@akamodell
Website:

<https://akamodell-muenchen.de/>



Cedric Skiebe

Ein Interview mit Raphael Frehland über die AkaModell-München und ihre Projekte.

Reisswolf: Was ist die AkaModell?

Raphael Frehland: Ein studentischer Verein, der sich zum Ziel gesetzt hat, die Ausbildung der Studierenden im Bereich Luftfahrt zu unterstützen. Das Ganze realisieren wir mit Projekten und Wettbewerben im Modellflugbereich. Im Übrigen gehören wir zu den ältesten studentischen Gruppen an der TUM in dem Bereich. Wir haben bald unser 25-jähriges Jubiläum.



AkaModell bei der BMFA-Payload-Challenge

RAPHAEL FREHLAND



LEITER AERODYNAMIKAUSLEGUNG IM AIRCARGOCHALLENGE PROJEKT 2024

Als aktives Mitglied seit dem Wintersemester 2019 hat Raphael viele Projekte der AkaModell begleitet. Das erlernte Wissen half ihm immerwieder in seinem Studium, und sein Studium half ihm immerwieder bei den Projekten. Raphael studiert jetzt im Master Maschinenwesen an der TUM.

Für mich ist die AkaModell ein wunderbarer Zeitvertreib. Ich persönlich habe dort viel über Komposit-Materialien gelernt. Außerdem habe ich dort unglaublich viel über den Bau und die aerodynamische Auslegung von unbemannten Flugzeugen gelernt.

Wo findet man euch?

Unsere Werkstatt ist auf der Nordseite des Maschinenbaugebäudes. Auf Google Maps sind wir zu finden als „AkaModell München“. Man kann uns kontaktieren über unser Instagram @AkaModell oder per E-Mail (vorstand@AkaModell-muenchen.de) an unseren Vorstand.

Wer ist in der AkaModell?

Studierende jeglichen Semesters aus Maschinenbau, Elektrotechnik, Aerospace, Informatik und mehr. Wir sind ein bunter Haufen und lernen uns meistens schnell kennen durch unsere Bauprojekte.

Wer sich uns anschließen will ist immer willkommen.



Mitbringen sollte man Motivation und Spaß daran, etwas zu lernen. Man wird bei jeder noch so verrückten Idee unterstützt. Schon manch ein Surfbrett wurde so gebaut oder ein Carbon-Fahrrad-Rahmen repariert.

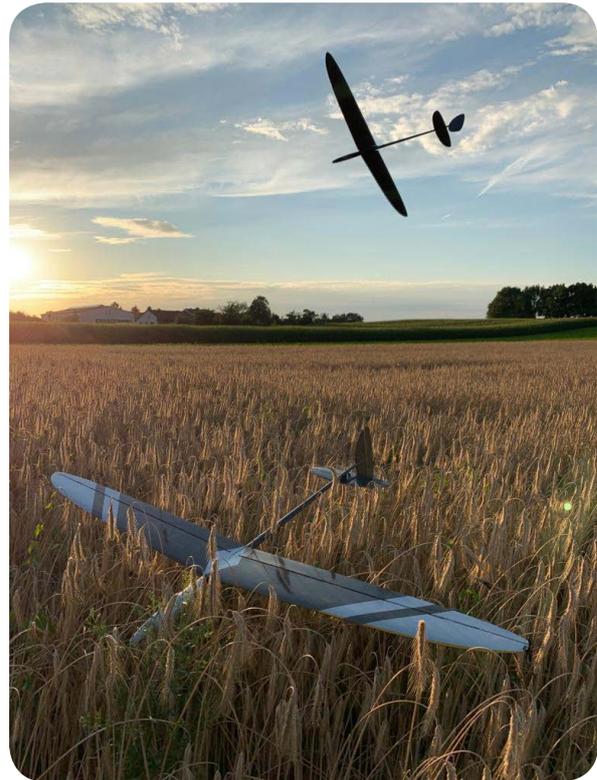
Was macht man in der AkaModell?

Wir haben ein breites Spektrum, von kleinen privaten Projekten, die die Mitglieder mitbringen in Form von Baukästen, oder beispielsweise der „Ascender“, ein Wurfsegler, der Klasse F3k, der an zwei bis drei Wochenenden laminiert ist. Oder wir arbeiten alle zusammen an Wettbewerbsfliegern, an denen wir als AkaModell München teilnehmen. F3k ist eine Wettbewerbsklasse in der es darum geht, Flugzeuge von Hand zu werfen und möglichst lange in der Luft zu halten.

Wie baut man denn so ein Flugzeug allgemein?

1. Alles beginnt mit einer Idee oder einer Wettbewerbsaufgabe. Aus dieser Idee wird als erstes ein Optimierungsziel herausgearbeitet. Ein Optimierungsziel könnte z.B. maximale Effizienz beim Geradeausflug sein. Dann wird mit Hilfe von mathematischen Modellen ein Flugzeug entworfen, dass dieses Ziel möglichst gut erreicht.
2. Das Flugzeug wird dann mit einem CAD-Programm nach den berechneten Daten konstruiert. Daraus werden Negativformen abgeleitet, die auf der CNC-Fräsmaschine gefräst werden.
3. Die Negativformen, oft aufgeteilt in Rumpf und Flügel, werden dann laminiert. Dabei benutzen wir meistens Carbon-Fasern.
4. Laminieren bedeutet mit Epoxidharz und Fasergewebe z.B. Carbon Kunststoffe zu Formen.
5. Schließlich werden in diese Flugzeugteile die Elektronik, Mechanik und Steuerung eingebaut, und dann sind wir auch schon fertig.

Das habe ich hier jetzt so schnell erzählt, aber der Prozess von der Idee zum fertigen Flugzeug dauert bis zu einem Jahr. Aber das hängt natürlich auch sehr vom Engagement ab. Und kann auch schneller von statten gehen.



„Ascender“: Wurfsegler der Klasse F3k

Du hast jetzt schon mehrfach von Flugzeug gesprochen. Aber ihr heißt ja AkaModell?? Wie genau sehen eure Flugkörper aus und was von Drohne, Flugzeug usw. beschreibt sie am besten...?

Unsere Flugkörper sehen aus wie Flugzeuge mit Spannweiten zwischen einem und 4 Meter. Sie sehen meistens aus wie Segelflugzeuge, je nach Flugaufgabe manchmal mit Motor oder Fahrwerk, aber sonst ganz normale Flugzeuge. Als Drohne wird meistens ein autonom fliegendes Flugzeug verstanden, dass ohne Piloten fliegen kann. Unsere Flugzeuge sind meistens vollständig manuell gesteuert. Aber so klar möchte ich Flugzeug und Drohne gerade im Kontext AkaModell auch nicht voneinander trennen.

Wie fliegt man ein Modellflugzeug? Ist es schwer ein Modellflugzeug zu fliegen? Was muss man als Pilot können und wissen?



Air-Cargo-Challenge 2022



Man startet und schaut zu, wie es 3 Meter weiter in den Acker fällt ... ;-)

Es gibt eine Fernsteuerung mit Hebeln, die mehrere Steuerflächen auch bekannt als Klappen ansteuern kann. Mit diesen Steuerflächen lässt sich das Flugzeug in der Luft manövrieren, so wie ein Auto mit Lenkrad oder das Boot mit Ruder. Jetzt kann man natürlich entweder genau wissen, welche Bewegung was am Modellflieger bewegt, oder man probiert es einfach direkt aus im Flug. Man muss nämlich nicht nur wissen, welche Bewegung durch den Steuerbefehl über Funk von der Fernbedienung zu welcher Klappenbewegung führt, sondern auch, welche Auswirkung diese auf das Flugmanöver hat. Und das ist manchmal schneller durch „learning by doing“ verinnerlicht, als es auswendig gelernt zu haben.

Baut ihr auch bemannte Flugzeuge?

Nein, dafür gibt es ja auch die AkaFlieg. Die müssen sich auch unter anderem mit dem Thema Zertifizierung auseinandersetzen.

Macht ihr nur Modellbau?

Was wir machen, geht über den Modellbau hinaus, weil wir vom Entwurf völlig eigenständige Flugzeuge entwickeln und kaum Replikate bauen.

Was ist die Air-Cargo-Challenge?

Das ist ein internationaler Wettbewerb bei dem Studentengruppen aus der ganzen Welt gegeneinander antreten und versuchen, das beste Flugzeug für eine bestimmte Wettbewerbsaufgabe zu bauen. Wie der Name schon sagt, geht es immer darum „Cargo“, also eine Fracht zu transportieren. Dabei ist der Motor mit 360 W vorgegeben. Außerdem muss es möglich sein das Flugzeug in einer vorgegeben Transportbox zu verstauen. Bewertet wird die Fluggeschwindigkeit, der Energieverbrauch und die Masse der Fracht, die getragen werden kann. Als wir beispielsweise 2019 die Challenge gewonnen haben, ging es darum möglichst viel Gewicht in Form von Stahlplatten,

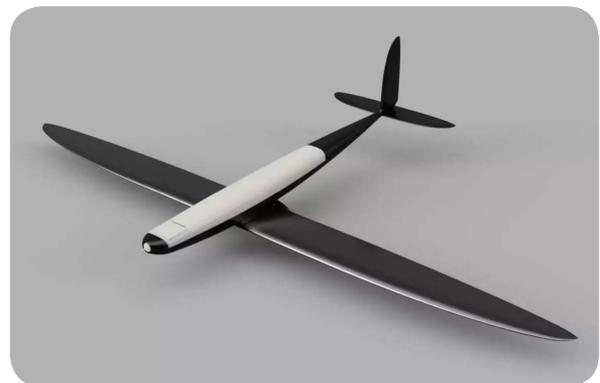


Gewinnerflugzeug 2019

möglichst schnell zwischen zwei Pylonen hin und her zu fliegen. Die erreichte Payload war damals ca. 10 kg bei einem Flugzeuggewicht von 3.5 kg.

Dieses Jahr am 13.7.24 besteht die Aufgabe darin, Billardkugeln in einer 3.5-minütigen Flugaufgabe erst über 30 sek in möglichst große Höhe zu transportieren, dann 90 sek lang möglichst effizient zu gleiten und in den letzten 90 sek so viel Distanz wie möglich zu überwinden.

Momentan sind wir in der Bauphase und haben alle Planungen abgeschlossen, unser Flugzeug wird ca. 2.5 m Spannweite haben. Der Flügel wird 3-teilig sein, um in die Box zu passen. Auch der Rumpf wird dazu in 2 Teile teilbar sein. Payload und Flugzeug werden zusammen ca. 5.5 kg wiegen, wovon das Flugzeug weniger als die Hälfte ausmachen soll. Das ist also deutlich leichter als die letzten Jahre.



CAD-Modell des Flugzeugs für 2023

Außerdem haben wir einen Autopiloten entworfen, der Teile der Flugsteuerung selbstständig übernehmen kann während der Mission. Also vom Platinen-Design bis zur Software wurde alles von Mitgliedern der AkaModell entwickelt.

Welche Projekte habt ihr sonst noch für die AkaModell?

Es befindet sich ein Hangsegler, der hauptsächlich als Freizeitflieger gedacht ist, in der Entwicklung. Außerdem werden von verschiedenen Mitgliedern immer wieder ältere Entwürfe aus dem Lager geholt und nachgebaut. Manchmal nehmen wir spontan noch an anderen Wettbewerben teil. Letztes Jahr haben wir an der BMFA-Payload-Challenge teilgenommen, wo es darum ging ein möglichst leichtes Flugzeug zu bauen.

Wo findet die Air-Cargo-Challenge statt? Und wer und warum ist da Favorit?

Der Favorit kann noch nicht feststehen, da die Teams alle ihre Entwicklungen geheim halten. Dieses Jahr ist die Air-Cargo-Challenge in Aachen. Ausrichter ist immer das Gewinner-Team der vorherigen Edition.

Wir wünschen der AkaModell viel Erfolg bei der Air-Cargo-Challenge 2023!





DIE HOCHSCHULWAHLEN 2024

Ergebnisse

Am 9. Juli 2024 haben die diesjährigen Hochschulwahlen stattgefunden. Falls du gewählt hast: Danke! Falls nicht: Nächstes Jahr ist die nächste Chance.

Dabei zählt jede Stimme, da auch dieses Jahr die Wahlbeteiligung leider wieder besonders niedrig war: In der School of Engineering and Design haben 6,6% der Studierenden ihre Stimme abgegeben, TUM weit waren es nur 5,66%. Wer sich für die genauen Ergebnisse aller Statusgruppen (wie Hochschullehrer, Mitarbeiter, usw.) in den verschiedenen Gremien interessiert, kann sie sich auf der folgenden (einigermaßen versteckten) Seite ansehen:



Für alle anderen gibt es hier eine kurze Zusammenfassung:

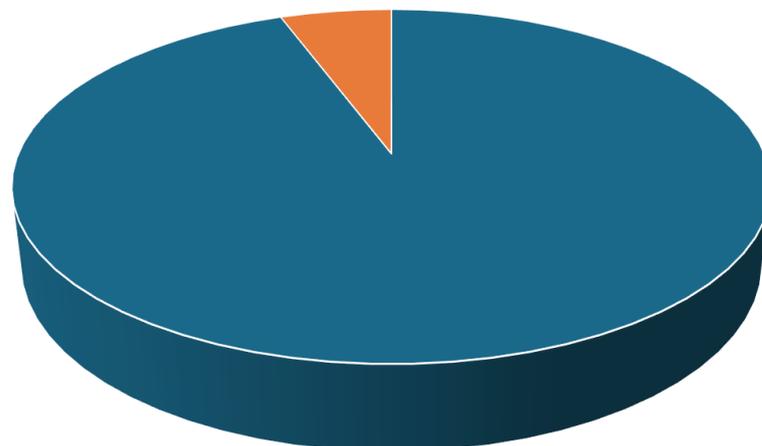
In den Senat wurden für die Studierenden die beiden Kandidierenden der LitFas Nadine Roppelt und Johannes Boss gewählt. Nicht gewählt wurden die Kandidaten des RCDS.

Im School Council der ED werden zukünftig die vier Spitzenkandidat*innen der LitFas Franka Mayer, Marius Priemer, Christoph Geest sowie Catharina Siemon eine Stimme haben.

Die Fachschaftsvertretung der School of Engineering and Design besteht für das nächste Jahr aus 58 Kandidat*innen der LitFas (inklusive der oben genannten) und den zwei Kandidaten des RCDS.

Alle Namen und Stimmanteile findet ihr in der verlinkten Gesamtübersicht. Falls ihr euch unsicher seid, was die verschiedenen Gremien nochmal machen oder etwas über die gewählten Personen erfahren wollt, könnt ihr in der letzten Ausgabe vom Reisswolf nachschauen oder in einem Fachschaftsbüro eures Vertrauens nachfragen! 🌟

Anteil Studierende an der TUM



■ Haben nicht gewählt ■ Haben gewählt



VÖLLIG LOSGELÖST

Messebesuch auf der Internationalen Luft- und Raumfahrttausstellung ILA 2024 in Berlin



Marcus
Dürr



Emma
Steinmann



Philipp
Koch

Die diesjährige ILA steht ganz im Zeichen der Zeit: Ein großer Teil der Aussteller ist aus der Rüstungsindustrie. Noch vor dem Einlass bekommt man gleich eine Ausgabe des Military Technology ILA Berlin-Magazin in die Hand gedrückt, unweit davon entfernt ist ein grüner Recruiting-LKW der Bundeswehr.

Das Messegelände liegt zwischen den Startbahnen des BER-Flughafens. Der Flugbetrieb läuft natürlich weiter, im Minutentakt heben links und rechts die Flieger ab. Eine A380 von Emirates thront über dem Static Display auf dem Vorfeld. Dabei fliegt die Golf-Fluglinie gar nicht nach Berlin. Vielleicht erklärt das die lange Warteschlange, um sie von innen zu sehen: mindestens eine Stunde Wartezeit, wenn nicht sogar deutlich mehr.

Neben der A380 sind auf dem Vorfeld zahlreiche andere Flugzeuge geparkt: Airbus A321 XLR, A310 Zero-G, mit der 22 Sekunden lang im Parabelflug Schwerelosigkeit für wissenschaftliche Experimente und Tourist*innen erreicht werden kann, Bombardier Global 6000 der deutschen Flugbereitschaft, das BelugaST-Transportflugzeug für das Verfrachten von Flugzeugteilen zwischen den verschiedenen Airbus-Standorten. Auch hier macht sich das Thema Verteidigung stark bemerkbar. Die überwiegende Mehrheit der Flugzeuge und Hubschrauber auf dem Static Display sind





für militärische Anwendungen vorgesehen. Schon von weitem lässt sich das fliegende Frühwarn- und Leitsystem Boeing E-3 Sentry der NATO Airborne Early Warning & Control Force Command dank dessen Radom mit 9,1 m-Durchmesser erkennen. Die Basis ist eine uralte Boeing 707, die NATO will damit aber bis 2035 fliegen. Das Fliegen ist noch echte Handarbeit: ein Fly-by-Wire System hat die B707 nicht.

Das tolle an der ILA ist, dass man viele Flugzeuge sehen und auch betreten kann, die sonst höchstens auf der militärischen Seite eines Flughafens zu sehen sind: beispielsweise A400M und E-3 Sentry. Auf die Spitze treibt es die Lockheed KC-130J Super Hercules der deutsch-französischen Lufttransportstaffel aus Évreux: sogar ins Fahrwerk darf man hier einen Blick werfen dank geöffneter Klappen! Hier klappt das Fahrwerk nicht heraus wie man es von anderen Flugzeugen gewohnt ist, sondern es fährt über Spindeln nach unten. Die Herky ist hier in der Tankversion vertreten. Zusätzlich zu den sechs Tanks in den Tragflächen hängen unter den Flügeln noch zwei weitere Tanks, die jeweils 5000 Liter fassen. Zwischen 1200 und 1800 L/min Treibstoff fließen durch die Schläuche beim Auftanken, ein Eurofighter wird meistens mit 5 Tonnen aufgetankt.

Rolls-Royce

Angetrieben soll der Wingman von einem neuartigen Triebwerk werden, dass von Rolls-Royce Deutschland in Dahlewitz und ITP Aero aus Spanien entwickelt wird. Dafür wurde auch auf der ILA der Kooperationsvertrag unterschrieben. Das Wingman Engine basiert auf der Advance2-Core des in Dahlewitz entwickelten Pearl 10X Businessjet-Triebwerks. Durch die Verwendung von bereits existierenden Komponenten sollen die Entwicklungskosten um 2/3 gesenkt werden. Es geht also nicht nur darum, mehr Effizienz rauszuholen, sondern teilweise um günstige Alternativen.

Mit dem Wingman-Triebwerk versucht Rolls-Royce Deutschland in der Verteidigungsbranche Fuß zu fassen. Obwohl der britische Konzern international aufgestellt ist, gibt es in der Verteidigung eine harte Firewall zwischen den nationalen Sparten. Das ist auch ein Grund, weshalb das runterskalierte EJ200-Triebwerk des Eurofighters nicht verwendet werden kann, denn dieses wurde vom britischen Teil von Rolls-Royce mitentwickelt, der aber nicht beim Wingman dabei sind.

Hinter dem Wingman-Triebwerk ist in echter Größe der Orpheus-Triebwerksdemonstrator von Rolls-Royce Defence UK ausgestellt, der



Links: Fahrwerk der C-130 Rechts: Schlauch mit Fangtrichter für die Luftbetankung

Weitere Exponate sind die Transportflugzeuge A400M Atlas der Luftwaffe, die Boeing C-17 Globemaster III, das Luftbetankungs- und Transportflugzeug Boeing KC-46 aus den USA, das Boeing P-8 Poseidon Seeaufklärungs- und U-Bootjagdflugzeug (ab 2025 im Dienst der deutschen Marine), F-16, zahlreiche Hubschrauber (u. a. UH-60, CH-53, H145M, H225M, NH-90) und auch Drohnen. Frisch bei Airbus gebacken und auf der Messe erstmals vorgestellt: das Wingman-Drohnen-Konzept. Dieses soll eine Art Begleitung für Kampfflugzeuge sein.

fast in einen Rucksack passen würde. Es ist ein einfaches Triebwerk für unbemannte Fire-and-Forget-Anwendungen gedacht, quasi ein "Wegwerftriebwerk", dessen Plattform nach dem Start nicht mehr zurückkommen wird. Dennoch finden neuartige Technologien Eingang, wie ein elektronischer Starter: Hier kommen Kupferspulen zum Einsatz anstatt einer Kombination aus Welle und Getriebe. So können kostengünstig neue Technologien getestet werden.

Wie steht Rolls-Royce zu Wasserstoff? Gut, hier wird die private Meinung des Ingenieurs ste-



Eurofighter Flying Display © Messe Berlin GmbH

hen und nicht die der Firma. Aufgrund der sehr hohen Sicherheitsanforderungen ist das sehr kompliziert. Wasserstoff hat zwar eine sehr hohe Energiedichte, muss aber dauernd gekühlt werden, es gibt Phasenübergänge und es diffundiert überall hin. Wahrscheinlicher ist es deshalb, so unser Gesprächspartner, dass Sustainable Aviation Fuel (SAF) und Teilstoffe mit Drop-ins, also Additive, kommen werden. Das sind easy-to-handle Treibstoffe, die mit den aktuellen Triebwerksgeometrien und Architekturen verwendet werden können und keine Neuentwicklung von Grund auf benötigen.

Flugshows

Etwa im Stundentakt gibt es verschiedene Flugshows: Die A321 XLR ist dabei das einzige zivile Verkehrsflugzeug. Das neueste Mitglied der A320neo-Familie hat dank eines Zusatztanks eine Reichweite von 8 700 km mit 11 Stunden Flugzeit. Nach dem Takeoff geht es erst steil nach oben und dann in eine enge Linkskurve. Was so alles möglich ist, wenn keine Passagiere an Bord sind. Die CFM LEAP-1A-Triebwerke der A321 verbrauchen 15 % weniger Treibstoff als die Vorgänger-

generation und sind sehr leise, kaum mehr als ein Pfeifen. Den direkten Vergleich liefert eine Boeing 737-800, die gerade auf der anderen Startbahn abhebt und wegen ihrer älteren CFM56-Triebwerke deutlich lauter ist.

Noch lauter ist der Eurofighter Typhoon. Ohrenbetäubend donnert er mit Nachbrenner über die Piste, der Turbinenausstritt glüht orange. Der Eurofighter fliegt enge Kurven und dreht zahlreiche Rollen. Mit sehr hohem Anstellwinkel geschieht der Langsamflug mit 120 Knoten aus dem hinaus ein Looping geflogen wird. Die Piloten trainieren dafür stufenweise: Zuerst üben sie ihre Kunststücke auf 4000 Fuß und gehen dann stufenweise bis auf 500 Fuß runter. Der Pilot wird für drei Jahre ausgewählt. Neben einem eher langweiligen Kommentar wird auch Musik über Lautsprecher abgespielt: sehr passenderweise „Thunderstruck“ von AC/DC, denn ist man tatsächlich vom Eurofighter. Und als nächstes „Rock you like a Hurricane“. Da vorne fliegt zwar eine Eurofighter Typhoon und nicht Hurricane, aber close enough, die Besucher*innen sind gerockt.

Als nächstes fliegt die Airbus A400M. Als Transportflugzeug mit einem maximalen Startgewicht von 141 Tonnen ist das eine deutlich gelassene, fast staatliche Angelegenheit, deswegen



Tornado Flying Display © Messe Berlin GmbH



A400M Flying Display © Messe Berlin GmbH



H145M (links) und SeaKing Mk-41 (rechts) Flying Display © Messe Berlin GmbH

ist hier „Resurrection“ von PPK die Begleitmusik. Ein paar Kunststücke muss die A400M aber trotzdem herzeigen, um ihre taktischen Fähigkeiten zu beweisen: enge Kurven mit fast senkrechten Flügeln, Langsamflug, Flug mit offener Ladeklappe. Was für ein schönes Flugzeug! Die A400M ist dank ihrer vier TP400-Turboprops für unbefestigte und kurze Pisten geeignet.

Hubschrauber sind bei den Flugshows auch gut vertreten: SeaKing Mk-41 und Airbus H145M zeigen ein Search and Rescue-Szenario, bei dem die Seilwinde einen Soldaten ablässt und wieder hochzieht. Die SeaKing ist auf Abschiedstour und hat deswegen eine Sonderlackierung, ihre Ausflottung wird noch in diesem Sommer vollzogen.

Darauf folgt das Bundeswehr Joint Scenario mit CH-53, NH90 und Tiger. Die zwei Tiger-Kampfhubschrauber ~~turnen~~ ~~erstmal~~ ~~ein~~ ~~bissert~~ ~~über~~ ~~die~~ ~~Landebahn~~ ~~und~~ ~~toben~~ ~~sich~~ ~~aus~~ ~~zeigen~~ ihr Können und fliegen ein paar Loopings während



die Transporthubschauber NH90 und CH-53 in der Ferne warten. Dann wird das eigentliche Joint Scenario demonstriert: Erst „sichern“ die Tiger den Luftraum, dann kommen die zwei NH90s. Von denen seilen sich Soldaten ab, bis schließlich die zwei CH-53 landen und die Soldaten wieder einsammeln.

Ebenfalls kein Starrflügler: die Panavia Tornado Kampfflugzeuge sind am Start. Zum 50-jährigen Jubiläum haben Luftwaffe und italienische Aeronautica Militare ihren Tornados die hübschesten Sonderlackierungen aufgetragen. Während ihrer Flugshow fliegt die Tornado senkrecht in den Himmel und dreht mehrere Rollen. Das Highlight der Tornado: Als Schwenkflügler kann sie den Winkel ihrer Flügel zum Rumpf stufenlos verstellen. Bei niedrigen Geschwindigkeiten in der Vorwärtsstellung wird so eine hohe Manövrierfähigkeit erreicht, während für Überschallflug das Anlegen der Flügel nach hinten nötig ist. Bis zu 67°





Tiger Flying Display © Messe Berlin GmbH

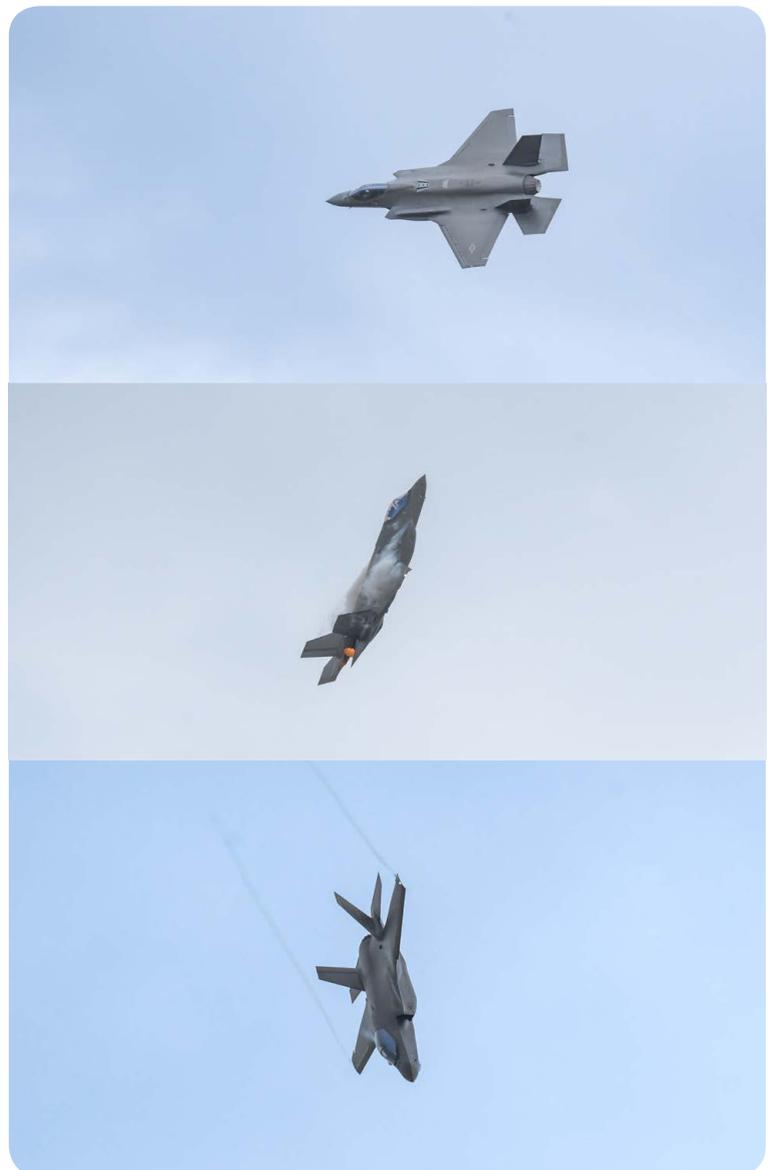
nach hinten sind möglich. Mehrmals werden die Flügel nach vorne und nach hinten geschwenkt, das Donnernrollen der Triebwerke zerreißt die Luft.

Doch die Show wird von der Lockheed Martin F-35A Lightning II und den amerikanischen Kommentatoren gestohlen. Die kündigen es an: „the power to dominate the skies, anytime, anywhere“, „you will witness its raw power“. Showbiz können die Amerikaner deutlich besser als die deutschen Kommentatoren. Die liefern zwar ein paar mehr Informationen, es ist aber eher ein Aufzählen technischer Daten.

Im Langsamflug schwebt fast die F-35 mit unter 100 Knoten vorbei, dann rauscht sie beim Hochgeschwindigkeitsspass knapp unter der Schallgeschwindigkeit vorbei, und der Signature Move, der „lightning loop“: Aus einer sehr engen Kurve heraus fliegt die Pilotin senkrecht in den Himmel und macht ein Looping. Und wahrscheinlich, weil es so viel Spaß macht, noch mehrere Rollen, Kopfüber-Flug und Sturzflug. Kein Zufall, dass parallel dazu „Made for this“ von The Phantoms läuft:

**„Oh, you can try your best to
step in my ring
Oh, but I’ll just knock you
dead like it wasn’t a thing
Gonna push it harder
Gonna climb up higher
It’s like I just can’t miss
I was made for this
Show the world I’m stronger
Prove it to ‘em I’m a fighter
I can’t help but win
I was made for this“**

Ein Banger, nur das von Pratt & Whitney F-135-Triebwerk mit Nachbrenner der F-35 knallt noch mehr.



F-35A Lightning II Flying Display © Messe Berlin GmbH



Der Mehrzweckhubschrauber NH90

Der NH90-Hubschrauber von NHIndustries (NH steht dabei für NATO Helicopter) ist auf der ILA in seinen zwei Varianten vertreten. Einmal in der Marineversion NFH (NATO Frigate Helicopter) bei den Marinefliegern und öfters in der Landversion TTH, (Tactical Transport Helicopter). Der NH90 ist der erste Serienhubschrauber, der mit fly-by wire gesteuert wird und kann bis zu 20 Passagiere transportieren. Seine Indienststellung geschah 2006.

Der Marine-Schrauber kann mehr als der Heeres-Heli, kostet dafür aber auch mehr. Dank eines elektrischen Motors können Heck und Rotor in knapp über einer Minute eingeklappt werden, damit der NH90 Sea Lion in die Enge eines Schiffshangars passt. Das wird auch live demonstriert. Die TTH-Version kann zwar ebenfalls Heck und Rotor einklappen, das geht aber nur manuell und wird selten gemacht, z. B. im Einsatz, wenn der Hubschrauber im Zelt gelagert wird.

Weitere Unterscheidungselemente des Marine-NH90 NFH sind das Radar auf der Unterseite und deutlich mehr Sensoren und Antennen für alle Frequenzen. In der Kugel vor dem Cockpit sind Tageslicht-Kamera, Infrarot-Kamera und ein Laser Range Finder eingebaut. Diese werden zum Beispiel bei Search and Rescue-Einsätzen (SAR) auf hoher See verwendet. Zur Koordination der Rettungseinsätze aus der Luft gibt es hinter dem



NH90 Sea Lion der Marineflieger

Cockpit die Tactical Operator Station, die vom TacO bedient wird.

An den vier Ecken des NH90 ist das Notwassersystem angebracht: Vier Ballone blasen sich mit Helium auf und halten so den NH90 20 bis 30 Minuten über Wasser, bis die Rettung kommt. Zwischen den hinteren Fahrwerken ist eine Zange befestigt, das Deck Lock. Diese greift sich nach der Landung auf dem Schiffsdeck sofort in ein Gitter, damit der Hubschrauber fest mit dem Schiff verbunden ist. Nach der Landung wird der NH90

sofort gewaschen, um Salzrückstände abzuspuhlen. Wöchentlich muss Korrosionsschutz aufgetragen werden. Die Winde ist das Teil, das am meisten ausgetauscht wird: weil Menschen am Seil hängen ist sie ein besonders kritisches Teil. Die Hauptursache ist meistens ein Knick im Seil.

Der NH90 der Marineflieger ist in Nordholz, in der Nähe von Cuxhaven, stationiert.

Das ist der einzige Standort der Marineflieger.

Weitere Infos zum NH90 gibt es beim Heer, das die TTH-Version fliegt. Der Rotor hat einen Durchmesser von 16 m, eine Tankfüllung reicht für 3 Stunden Flugzeit, also 800 km Reichweite. Der Rumpf ist für eine Beschleunigung von 60 G ausgelegt besteht größtenteils aus Kohlenfaser, nur die Spanten sind aus Alu und Titan. Die unterste Schicht der Struktur besteht aus aktiviertem Glas, dann folgt eine Kupfergewebe-Lage. Diese dient dem Potentialausgleich, denn die die Luft wird



Tactical Operator Station im NH90



Cockpit des NH90



statisch aufgeladen durch das permanente vorbeispielen der Luft um die Kabine durch den Rotor. Dann ist eine Schicht Aramid als dünne Panzerung und schließlich drei Lagen CFK.

Bei Beschussgefahr fliegt der NH90 nicht, erst muss dafür gesorgt werden, dass der Luftraum frei ist. Als Verteidigungssysteme hat der NH90 Radar- und Infrarotsensortäuschmittel. Diese werden automatisch ausgestoßen dank eines Sensors, der die ausgesendete Zielfindungsfrequenz des angreifenden Lenkflugkörpers erkennt und die erforderliche Gegenmaßnahme trifft. Der Boden des Rumpfs ist leicht gepanzert, der Tank unter dem Boden ist selbstdichtend. Ein Vorteil des NH90 ist die einfache Schadensbehebung, z. B. bei einem ein Einschussloch: Die Lagen werden vorsichtig weggeschliffen und einzeln wieder aufgetragen. Nach 24 h Aushärtung ist man fertig.

Die Geschichte des NH90 ist von ziemlich vielen Entwicklungs-, Wartungs- und Bereitschafts-problemen geplagt, Norwegen und Australien haben sich von ihren Modellen wieder getrennt. Belgien hat das ebenfalls vor. Aber über sowas wird hier weniger gesprochen, man will sich von seiner besten Seite zeigen.

Weitere Luftfahrt-Aussteller

Liebherr Aerospace aus Lindenberg im Allgäu entwickelt Fahrwerke für Flugzeuge. Welche Dimensionen diese erreichen können wird eindrucksvoll am größten Produkt gezeigt: sechs Meter hoch steht das Bugfahrwerk der A350 XWB. Daneben entwickelt Liebherr Aerospace auch elektromechanische Aktuatoren für die Flugsteuerung, Kabinenklimatisierung und den Klappmechanismus der Flügelspitzen der 777X. Diese ist noch nicht in Dienst, aber bald (bestimmt, nächstes Jahr, dieses Mal wirklich!). Die Flügel der 777X sind so lang, dass Betreiber in den Flughäfen höhere Standgebühren zahlen müssten, die 3,5 Meter langen einklappbaren Flügelspitzen von Liebherr Aerospace verhindern das aber.

Der 3D-Druck hält bei Liebherr auch Eingang in die Luftfahrtindustrie. Ein 3D-gedruckter Wär-

WUSSTEST DU, DASS...

... das DLR zweimal im Jahr die A310 Zero Gravity mietet, um Forschenden Experimente in Schwerelosigkeit zu ermöglichen. Bezahlt wird dabei das DLR für je 30 Parabelflüge, geflogen werden aber 31. Ein Schnäppchen sind die Flüge wohl dennoch nicht.

... Kampfflugzeuge, wie Zusatztanks, auch Gepäck-Pods mitführen. Die Freigepäckmenge ist dabei aber vermutlich kleiner als bei einem kommerziellen Flugzeug.

... mit LEVITUM auch eine studentische Gruppe der TUM unter den Ausstellern war.

... die C-17 Globemaster ein Treibstoffleck hatte und die Rückkehr von Berlin bis Samstag noch nicht geklärt war.

metauscher bietet ganz neue Möglichkeiten der Kühlkanalführung. Doch er bringt auch neue Herausforderungen mit sich. So sind die Materialeigenschaften u.a. von den Druckparametern abhängig. Das Material kann daher nicht nach Datenblatt gekauft werden.

Boeing ist leider nicht selbst mit eigenen Flugzeugen am Static Display vertreten. Deswegen müssen Modelle in der Halle reichen. Der Boeing ecoDemonstrator ist Boeings „lab in the sky“, die aktuelle Plattform ist dafür die 777-200ER. Der ecoDemonstrator dient zum Erproben neuer Technologien für die Luftfahrt. Etwa 30 % der getesteten Systeme werden übernommen, ein Beispiel sind die Winglets. Knapp 300 Technologien wurden bereits getestet. Aktuell wird ein System zum Recyclen von grauem Wasser getestet, da normalerweise das gesamte Wasser in den Abwassertank fließt, gibt es keine Wiederverwendung. Ziel ist es, weniger Wasser an Bord zu haben, wodurch Gewicht und somit Treibstoffverbrauch sinken.

Ebenfalls ein fliegendes Labor, dafür aber in Echt und nicht nur ein Modell: Die UpLift Dornier 328-100 des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Die 328 ist der neueste Flieger des DLR, mit dem, gemeinsam mit Industriepartnern, klimaverträgliches Fliegen erforscht und getestet werden soll. Der Umbau wurde erst



Dornier 328 des DLR



Dornier 228



Airbus BelugaST



Bombardier Global 6000, Flugbereitschaft des Bundesministeriums der Verteidigung

vor Kurzem abgeschlossen. Es kamen Messinstrumente in der Kabine, außerdem wurden zusätzliche Hardpoints an Rumpf und Flügel für Sensoren, Instrumente oder kleine E-Motoren eingebaut. Der hintere Teil bleibt für Experimente frei. Das erste Projekt ist eine Erprobung von 100% synthetischen Kraftstoffen. Dabei wird 50-60 m hinter der Dornier ein weiteres Flugzeug fliegen und den Abgasstrahl messen. Das wird das erste Mal, dass so der Abgasstrom von synthetischen Kraftstoffen überhaupt gemessen wird.

Gegenüber ist die Dornier 228. Das Exponat selbst ist die NG-Version und wurde von RUAG gebaut. 2020 wurde jedoch das Programm an General Dynamics AeroTec Systems gekauft, die jetzt das modernisierte NXT-Modell verkauft. Neu sind Glass Cockpit und Avionik. Das Flugzeug wird im Kleinserienbau komplett in eigener Hand in Oberpfaffenhofen gebaut, nur der Rumpf kommt von Potez in Frankreich. Die 228 hat auf den beiden Seiten ein side looking Radar eingebaut. Sie wird unter anderem zur Aufklärung von Ölverschmutzung von den Marinefliegern eingesetzt. Aber auch Landüberwachung kann damit gemacht werden, so wurde die 228 jüngst beim Hochwasser in Bayern eingesetzt. Das DLR hat auch eine 228, die es für Experimente fliegt. Die 228 hat keine Druckkabine, dafür ist die rechteckige Form vorteilhaft für den Einbau von Konsolen.

Wie bei einem Countdown erreicht man nach der 328 und 228 die Dornier 128, wieder im Einsatz

beim DLR. Das teilweise als fliegendes Klassenzimmer bekannte Flugzeug wird für Forschungszwecke eingesetzt. Dabei ist das DLR selbst für die Zertifizierung der vielen An- und Umbauten verantwortlich. Forschende bringen anschließend ihre Instrumente mit an Bord und nutzen die vorhandenen Messstellen und Lastpunkte. Solche Messkampagnen können teilweise sehr anstrengend sein und bis zu sechs Wochen dauern.

Die MTU Aero Engines präsentiert mit dem Water-Enhanced Turbofan, kurz WET, ein neues, revolutionäres Triebwerkskonzept. Dabei wird ein klassisches Turbofantriebwerk mit einem Clausius-Rankine Kreisprozess gekoppelt. Wer in Thermodynamik aufgepasst hat, der weiß, dass also ein Verdampfungskreislauf hinzukommt. Wasserdampf wird dabei vor der Brennkammer eingesprüht. Dadurch erhöht sich der spezifische Schub und die Verbrennung wird gleichmäßiger. Gepaart mit einer Reduktion der Flammtemperatur lassen sich so der Treibstoffverbrauch und die Emissionen reduzieren.

Damit die mitgenommene Wassermenge minimal ist, muss soviel Dampf wie möglich aus dem Abgas kondensieren. Anschließend muss das Wasser durch die Wärme des Abgasstrahls verdampft und überhitzt werden. Das bedeutet, dass leistungsstarke Wärmetauscher notwendig sind; bisher werden sie in der Luftfahrt nicht in den Leistungsgrößen eingesetzt. Viele Fragen ergeben sich hier hinsichtlich Anordnung, Struktur und natürlich Gewicht; Fragen, auf die MTU ja vielleicht bei der nächsten Messe Antworten hat.

Zusätzlich hat Lilium einen Mock-Up ihres Lufttaxis in Originalgröße gezeigt. Mit gut 13m Spannweite, 8m Länge und 2.5m Höhe ist der Lilium Jet ein richtig großes Ding. Zum Vergleich: Eine Cessna 172 als motorbetriebenes Leichtflugzeug hat vergleichbare Maße. Es ist bis jetzt noch nicht wirklich vorstellbar, wie mehrere dieser Luftfahrzeuge einmal in einem Vertiport, geschweige denn im innerstädtischen Luftraum, untergebracht werden sollen. Aber immerhin konnte man hier ein Mock-Up sehen. Von revolutionären Flugzeugen, wie dem Boeing X-66 strut-braced wing Flugzeug oder einem Blended Wing Body war lei-

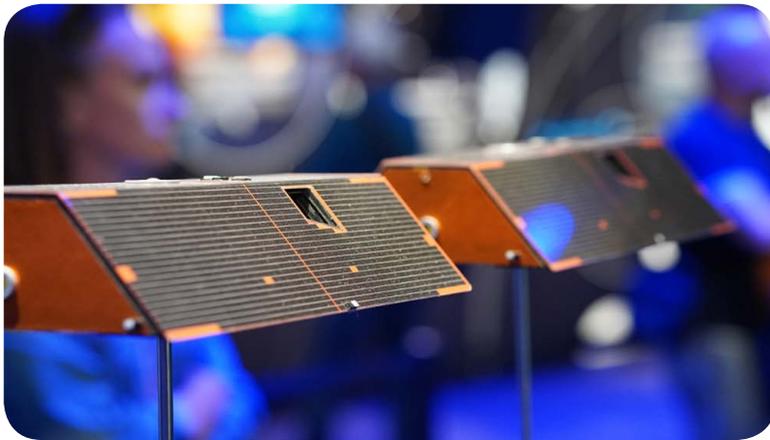


Sikorsky CH-53 hinter dem Radom der Boeing E-3 Sentry



der nichts zu sehen.

Die TUM ist ebenfalls auf der ILA anwesend, wenn auch nur indirekt. Der Lehrstuhl für Fluidsystemdynamik ist am Startup FAST beteiligt, das Flugsimulatoren für eVTOLs (electric Vertical Take-off and Landing aircraft) baut. Diese sollen es Piloten ermöglichen, Flugstunden und Erfahrung auf eVTOLs zu sammeln, da diese noch nicht weit verbreitet und Flugstunden dementsprechend teuer und schwierig zu absolvieren sind. Um die Simulatoren so realitätsgetreu wie möglich zu machen, ist fast die gesamte Hardware selbst entworfen und produziert, und mit sechs Freiheitsgraden ausgestattet.



Modelle der GRACE Satelliten

Raumfahrt

Für Raumfahrtbegeisterte ist ebenfalls einiges geboten: eine von drei großen Hallen war für Raumfahrtfirmen und -agenturen reserviert.

Für Leute, die sich gefragt hatten, was in dem großen Gebäude von iABG steckt, das man auf dem Weg zum TUM-Campus in Otobrunn sieht, ist an ihrem Stand ein Blick hinter die Kulissen mit zwei großen Modellen möglich. In den zwei Gebäuden, ein altes und ein neu gebautes, werden Satelliten vor ihrer Integration in die Rakete vollständig getestet. Von genauester Schwerpunktbestimmung und Vibrationstests über Bestimmung der elektromagnetischen Verträglichkeit bis zu Thermal-(Vakuum-)Tests ist alles dabei. Das neue Gebäude ist besonders steif gebaut, um hochpräzise Thermal-Vakuumtests von optischen Komponenten zu ermöglichen.

Am prominentesten in der Space-Halle ist der Stand des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Auf dem flächenmäßig wohl größten Stand präsentieren sich einige Institute des DLR, darunter das Institut für Robotik und Mechatronik aus Oberpfaffenhofen. Die Exponate reichen von einem Modell eines Mars-Rovers für die Martian Moon Exploration Mission, die von der japanischen Raumfahrtagentur JAXA geleitet wird, über 3D-gedruckte Raketenmotorteile bis hin zu interaktiven Monitoren, auf denen demonstriert wird, wie Daten der DLR-beteiligten Satelliten für Katastrophenfälle, Crowd Management oder Klimaforschung genutzt werden. Besonders spektakulär wirken Videos von den Testständen in Lampoldshausen, auf denen Raketenmotoren und -stufen getestet werden. Besonders aktuell: die Raketenmotoren Vinci und Vulcain der Ariane 6, die im Juli ihren Erststart hatte, wurden hier geprüft.

Besonders für fachfremdes Publikum gibt es im Space-Zelt eine große Ausstellung der aktuellen Missionen und Projekte der europäischen Raumfahrtagentur ESA und ihrer Partner mit zahlreichen Modellen der Sonden, Satelliten und Instrumente. Dort werden auch jeden Tag mehrere Talks von Mitarbeitern der ESA, des DLRs und anderen Space-Firmen gehalten, allerdings eher auf Laien-Niveau. Auch bekannte Astronaut*innen wie Thomas Pesquet und Samantha Cristoforetti und (noch) unbekannte Reserve-Astronautinnen wie Nicola Winter erzählen von ihren Erfahrungen.



Model der Ariane 6



Als eine der großen Firmen im Satellitenbereich ist OHB vertreten, die an vielen europäischen Forschungs-, Navigations- und Kommunikationssatelliten beteiligt ist. Ein Beispiel dafür ist das Galileo-Navigationssystem, das von der ESA geplant und finanziert wird. Auch bei diesem Stand wird hauptsächlich mit Modellen der Satelliten und einer Rakete der Rocket Factory Augsburg aufgewartet statt mit realen Anschauungstücken. Bei dem in der Raumfahrt üblichen Entwicklungsaufwand und den damit verbundenen Kosten verständlich, aber schade im Vergleich zu den Exponaten der Luftfahrtbranche.

Auch Studierende stellen neben den großen Industrienamen auf der Messe aus. Zwei Universitäten, die Technische Universität Berlin und die Julius-Maximilians-Universität Würzburg, präsen-

tieren ihren Satelliten InnoCube mit geplantem Start später im Jahr. Auf diesem 3U-Satelliten sollen zwei Neuentwicklungen getestet werden; ein Batteriesystem, das in die mechanische Struktur des Satelliten integriert ist, und ein internes Kommunikationsnetz über eine WLAN-ähnliche Frequenz, das die Verkabelung der einzelnen Komponenten ablösen und dementsprechend die Integration und das Testen einfacher machen soll. Der Austausch mit anderen Studierenden ist eine willkommene Abwechslung zu den hochpolierten Ständen und Mitarbeitern der bekannten Firmen.

Am Ende des Messebesuchs ist die Tornado wieder in der Luft. Wie zum Abschiedswinken schwenkt sie wieder ihre Flügel vor und zurück.





EIN GESPRÄCH MIT ULRICH WALTER

über Wissenschaft, Raumfahrt
und die Kunst der Vermittlung



Emma
Jung



Devansh
Dhard



Emma
Steinmann



Prof. Dr. Ulrich Walter (* 9. Februar 1954 in Iserlohn) ist ein deutscher Physiker und ehemaliger Wissenschaftsastronaut. Bis zu seinem Ruhestand im März 2023 lehrte er an der Professur für Raumfahrttechnik an der TUM School of Engineering and Design der Technischen Universität München. 1987 wurde er als einer der fünf deutschen Wissenschaftsastronauten ausgewählt und flog 1993 mit der Raumfähre Columbia ins All, wo er an rund 90 Experimenten mitwirkte. Nach seiner aktiven Raumfahrtkarriere engagierte er sich in der Wissenschaftskommunikation. In der Lehre und Forschung spezialisierte Prof. Dr. Walter sich auf die Entwicklung von Satellitensystemen für robotische Anwendungen, System-Modellierung und Optimierung, bemannte Raumfahrtssysteme und High Velocity Impact Physics. Sein Lehrbuch *Astronautics*, ist ein internationales Standardwerk für Raumfahrt. Er führt seinen Lehrstuhl zur Zeit weiter bis seine Nachfolge geregelt ist.



Reisswolf: Was hat Sie dazu inspiriert, Physik zu studieren?

Ulrich Walter: Sie sind jung, Ihnen steht die Welt offen und Sie überlegen, was mache ich jetzt in meinem Leben? Das war meine Situation. Mein Vater, ein Lehrer vom alten Schlage, war wirklich an allem interessiert: Musik, Geschichte und vor allen Dingen Wissenschaften, also auch Biologie und Physik. Er hat mein Interesse an der Welt maßgeblich geprägt. Ich wollte etwas studieren, um die Welt zu verstehen. Das war für mich die Physik. Aber im Prinzip, und das werden Sie vielleicht in zehn Jahren auch sehen, ist es eigentlich egal, was man studiert. Hauptsache, man macht es gerne. Später muss man sich sowieso in alles reinarbeiten.



Wie sind Sie dann schließlich zur Raumfahrt gekommen?

Stellen Sie sich vor: Sie gehen die Einkaufsstraße entlang, haben sich zwei Stunden Zeit genommen und suchen nichts Besonderes. Dann entdecken Sie etwas in einem Schaufenster und sagen: „Ach, das finde ich toll! Dass es das gibt, ist mir neu und es gefällt mir so gut. Das kaufe ich jetzt.“ Sie kennen diesen Moment, ja? Genauso war das mit mir und der Raumfahrt. Am 24. Dezember 1985 habe ich im Fernsehen in der Tagesschau einen Beitrag gesehen, in dem der damalige Forschungsminister Riesenhuber neue Wissenschaftsastronauten suchte. Für mich als

Wissenschaftler mit Leidenschaft eröffnete sich gerade die Chance, in den Weltraum zu fliegen. Da dachte ich mir: „Hey, das ist es, das mache ich.“ Es war dieser eben beschriebene Window-Shopping-Moment: Ich wusste davor nicht, dass Wissenschaft im Weltraum existierte, doch genau das war es.

Was haben Sie bei Ihrer Mission gemacht?

Bei meiner Mission habe ich Mikro-G-Forschung durchgeführt und war insgesamt zehn Tage im Weltraum mit dem ‚Space Lab‘, dem europäischen Weltraumlabor, an Bord des ‚Columbia Shuttles‘. Die Bedingungen dort oben sind nicht völlig schwerelos, sondern Mikro-G, etwa ein Millionstel der Erdschwere. Bei der Mission war ich insgesamt 10 Tage im Weltraum mit dem Space Lab, dem europäischen Weltraumlabor, an Bord des Columbia Shuttles. Ich war an vielen Projekten beteiligt und das Schöne daran war, dass es sich um Forschung handelte, die auf Mikrogravitation bezogen war - also alles, was von der Schwerelosigkeit profitieren könnte. Ein Beispiel ist die Materialforschung, insbesondere bei Halbleitern wie Galliumarsenid. Auf der Erde können wir oft keine großen Kristalle ziehen, weil die Schwerkraft typischerweise Defekte verursacht oder die Oberflächenspannung nicht ausreichend ist. In der Schwerelosigkeit gibt es dieses Problem nicht und wir können deshalb viel größere Kristalle herstellen. Ein Experiment bestand darin zu untersuchen, wie groß Galliumarsenid in der Schwerelosigkeit gezogen werden kann. Und wie wir dieses Wissen anwenden, um Herstellungsprozesse auf der Erde zu verbessern. Dieses Beispiel verdeutlicht den typischen Ansatz: Wir wollen nicht im Weltraum produzieren, sondern mit dem gewonnenen Wissen Prozesse auf der Erde optimieren. Wir haben auch in Bereichen wie Biotechnologie, Materialwissenschaften, Physik und Flüssigkeitsdynamik gearbeitet, einschließlich Untersuchungen zum kritischen Punkt.

Es gibt praktisch kein wissenschaftliches Gebiet, das nicht von der Schwerelosigkeit profitieren könnte.

Sie haben als Moderator, Autor und Journalist gearbeitet. Wie wichtig ist es für Sie, dass man diese Themen auch für ein breites Publikum zugänglich macht?



Als Vermittler zwischen der komplexen Wissenschaft und dem Bedürfnis des Publikums, mehr darüber zu erfahren, sind der Zugang und die Verständlichkeit für mich absolut entscheidend. Das Publikumsinteresse hat mich angespornt, komplexe Konzepte zu vereinfachen. Über die Jahre habe ich gelernt, meine wissenschaftlichen Kenntnisse allgemeinverständlich zu vermitteln. Dies erfordert, keine Fachbegriffe zu verwenden, sondern Beispiele und Analogien zu finden. Als Physiker habe ich begonnen, nicht nur wissenschaftliche Experimente durchzuführen, sondern mein Wissen über Physik und Kosmologie mit anderen zu teilen. Die Medien wissen das inzwischen und kommen regelmäßig zu mir.

Für meinen Beitrag zur Wissenschaftskommunikation wurde ich dieses Jahr sogar mit dem ‚Eduard Rein Ehrenring‘ ausgezeichnet. Es gibt wenige Preise, die mir wichtig sind. Doch dieser und der Preis der ‚Goldenen Lehre‘, der von Studenten vergeben wird, die gehören dazu, weil sie zeigen, dass ich etwas Wertvolles weitergeben kann.

Weshalb ist es Ihnen so wichtig, diese Themen den Leuten näher zu bringen?

Nach meiner Mission musste ich viele Raumfahrtvents besuchen, vor allem beim DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt). Die jungen Leute sahen mich gerne im Space-Suit, also trug ich ihn oft bei Jugendveranstaltungen. Es kam sogar vor, dass Jugendliche nach Autogrammen fragten. Dann, etwa 15 Jahre später, öffnete sich plötzlich diese Tür [zeigt auf die Tür seines Büros], und Leute, die ich überhaupt nicht kannte, standen immer wieder vor mir und sagten: „Herr Walter, können Sie sich erinnern?“ Ich hatte keine Ahnung, bis sie mir ein Autogrammfoto von einer Veranstaltung zeigten und erzählten, dass sie wegen dieser Erfahrung Luft- und Raumfahrt studierten. Das zeigte mir, dass ich tatsächlich Menschen beeinflussen kann. Ich glaube, in diesem Alter, zwischen 13 und 15 Jahren, ist es wichtig, sich für etwas zu begeistern, sei es Wissenschaft, Bücher oder etwas anderes. Wenn ich jemandem dabei helfe, seine Leidenschaft zu finden und zu verfolgen, dann ist das für mich das Beste, was ich tun kann.



Wie hat die Erfahrung als Astronaut Sie verändert?

Ich habe durch die Mission unvergessliche Erfahrungen gemacht, die ich sofort wiederholen würde. Mein Blick auf die Welt hat sich verändert und ich konnte Dinge mit Abstand, in einem größeren Zusammenhang betrachten. Vergleichen Sie es mit dem Gefühl, wenn Sie nach einem Auslandsaufenthalt in Ihre Heimatstadt zurückkehren und sie mit neuen Augen sehen. Ähnlich ist es, wenn man im Weltraum ist. Kontinente ohne nationale Grenzen zu sehen, prägt das Denken. Leider können andere diese Perspektive nicht nachvoll-

ziehen, man muss es selbst erlebt haben. Stellen Sie sich vor, Sie erzählen von Ihrem Urlaub in Italien. Sie können von der schönen Landschaft schwärmen, von der köstlichen Küche und der entspannten Atmosphäre. Aber das wahre Verständnis für die Kultur und Lebensweise entsteht erst, wenn man selbst durch die engen Gassen italienischer Dörfer

schlendert, den Duft der mediterranen Küche in der Nase hat und die Herzlichkeit der Einheimischen spürt.

Man muss erst in eine andere Welt eintauchen, um die Dinge anders zu sehen. Raumfahrt ermöglicht, diesen Perspektivenwechsel zu erleben.

Wie viel und was bekommt man als deutscher Astronaut mit von der Zusammenarbeit verschiedener Nationen?

Raumfahrt ist eine hochgradig internationale Angelegenheit, und ich arbeite regelmäßig mit internationalen Raumfahrtorganisationen zusammen. Vor kurzem erhielt ich einen Anruf von der NASA, und ich freue mich, als Bindeglied zwischen Deutschland und der NASA agieren zu können. Ein weiteres Beispiel für internationale Zusammenarbeit ist die ‚Association of Space Explorers‘, eine Vereinigung aller geflogenen Astronauten weltweit. Jedes Jahr treffen sie sich an wechselnden Orten, um Erfahrungen auszutau-



schen und Projekte zu besprechen. Diese Treffen ermöglichen einen intensiven Austausch über die Grenzen hinweg.

Es ist wirklich schön zu sehen, wie Raumfahrt Menschen aus verschiedenen Ländern und Kulturen zusammenbringt und sie dazu befähigt, gemeinsam etwas zu erreichen.

Wie sehr haben Sie damals der Konstruktion und den Ingenieuren des Space Shuttles vertraut?

Raumfahrt ist zweifellos gefährlich, sie wird im Versicherungsgeschäft als ‚Ultra Hazardous Adventure‘ bezeichnet. Das muss man akzeptieren, wenn man sich als Astronaut bewirbt. Die eigentliche Sorge liegt jedoch nicht bei einem selbst, sondern bei der Familie – wenn etwas passiert, leidet sie darunter. Darum soll das Risiko so gering wie möglich sein. Um das Shuttle sowie seine Konstruktion zu verstehen, wie die Technologie funktioniert, welche Qualitätsstandards gelten und wie Sicherheit gewährleistet wird, ermöglichte die NASA uns Astronauten, eng mit den Ingenieuren und Experten zusammenzuarbeiten. Jedes Shuttle hatte seine eigene Crew, die wir persönlich kannten, wir haben sogar gemeinsam gefeiert. Diese Nähe ermöglichte uns, jeden einzelnen Ingenieur persönlich kennenzulernen, seinen Einsatz und seine Hingabe zu sehen. Sie arbeiteten unermüdlich Tag und Nacht, um sicherzustellen, dass unser Shuttle und wir Astronauten sicher sind. Wir wussten, dass sie ihr Bestes gaben und mehr konnten wir nicht verlangen.

Würden Sie sich in ein Starship von SpaceX setzen?

Ja, sofort.
deutschen
Medien

In den



kommt Elon Musk schlecht weg, weil die deutsche Mentalität anders, viel weniger risikofreudig ist. Wir müssen am grünen Tisch alles Mögliche tun, um zu verhindern, dass das ein Projekt daneben geht. Und wenn die europäische Rakete ‚Ariane 5‘ beim Erstflug explodiert, heißt es, wir müssen das ganze Projekt einstampfen, das darf nicht passieren. Elon Musk geht ganz anders vor, er sagt sich: „Ich kann doch nicht am grünen Tisch wissen, ob so ein Ding funktioniert. Im Gegenteil, ich baue jetzt mal eine Rakete, lasse sie fliegen, dann explodiert sie und daraus lerne ich.“ Und so hat er es gemacht; er hat sein Starship genommen und ist geflogen, natürlich mit vielen Sensoren für Druck, Temperaturen etc. Er hat die Fehler analysiert, Geld investiert und mehr als tausend Verbesserungen vorgenommen. So kommt man deutlich schneller ans Ziel als mit jahrelanger Planung. Zum Beispiel ‚Ariane 6‘ sollte schon vor sechs oder sieben Jahren fliegen und ist immer noch nicht oben. Fehler sind bei den Deutschen verpönt und wer in der Öffentlichkeit welche macht, ist stigmatisiert. Genau andersherum müsste es sein: Risiken eingehen, Zähne zusammenbeißen, weitermachen. Da kann man von den Amerikanern viel lernen.

Wie sehen Sie die Zukunft der Raumfahrt an der TUM? Und die der neuen Fakultät der LRG (Luftfahrt, Raumfahrt und Geodäsie)?

Überhaupt nicht gut. Ich kann mir leisten, ein ‚offenes Buch‘ zu sein, weil ich ja eigentlich schon im Ruhestand bin. Die TUM ist eine sehr gute Universität, aber in Sachen Raumfahrt sieht es schwierig aus. Als ich hier 2003 anfang, gab es einen Lehrstuhl, der 1966 von meinem Vorgänger Professor Ruppe, Schüler von Werner von Braun, installiert wurde. Sie müssen sich in die 60er Jahre hineinversetzen, damals begann Raumfahrt. Wir Deutschen und die Welt glaubten an die Z u -





kunft, die Zeitungen waren voll davon und es gab eigene Ausgaben für die Apollo-Flüge. Ab den 80er Jahren haben die Deutschen die Raumfahrt nicht mehr wirklich geliebt. Im Jahr 2003 hat sich die TUM dazu überreden lassen, den Lehrstuhl durch mich neu zu besetzen. Das ist dann sehr gut gelaufen, denn ich liebe die Interaktion mit den Studenten. Und die Motivation für die Raumfahrt ist in Bayern groß. Um es mal in konkrete Zahlen zu fassen, allein 50 Prozent der ESA-Finanzierung in Deutschland kommt hier an. Mit dem Wissen um diese Tatsache bin ich zur Uni gegangen und habe gefordert, dass wir unsere Studenten darin mehr ausbilden müssen. Wir haben viele Studenten in der WARR (Wissenschaftliche Arbeitsgemeinschaft für Raketentechnik und Raumfahrt). Wir müssen ihnen Geld geben, damit sie die Möglichkeiten ihrer Ausbildung nutzen können, um Raketen und Satelliten zu bauen. Ich hatte die Idee eines ‚Space Mission Labs‘, wo alle, mit Raumfahrtleuten auch Elektroniker, Mechaniker, Embedded Electronics zusammengebracht werden, um unsere Studenten an konkreten Satellitenprojekten auszubilden. Da wurde mir gesagt: „Das interessiert uns nicht“ - und der Ursprung liegt im Desinteresse der Öffentlichkeit.

Die einzige Unterstützung kam von Markus Söder. Ende 2017, als er noch Finanzminister war, bekam ich einen Anruf und wurde ins Finanzministerium eingeladen. Söder fragte „Herr Walter, was kann ich für die Raumfahrt in Bayern tun?“ Drei Dinge habe ich ihm vorgeschlagen. Erstens die bayerische Raumfahrtwirtschaft zu fördern, daher ‚Bavaria One‘. Zweitens eine eigene Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik in Bayern für Leute, die später in die Raumfahrtindustrie gehen. Und drittens ein bayerischer Satellit, um damit Outreach zu haben und zu zeigen, was Bayern in der Raumfahrt kann. Die ersten beiden Vorschläge wurden umgesetzt und waren Bestandteil von Söders Antrittsrede als bayerischer Ministerpräsident am 18. April 2018. Deshalb haben wir hier diese neue Luft- und Raumfahrtfakultät. Das Raumfahrtprogramm Bavaria One findet international gute Resonanz, wird aber von der Öffentlichkeit und den Medien hierzulande nicht so positiv gesehen. Und so tickt auch die TU München, deswegen wird das nie etwas Richtiges werden. Allein wegen der Gebäude-Problematik. Sie haben in Ottobrunn Gebäude angemietet, und dann wurde zwischendurch ein Umzug an den Flughafen geplant. Daraufhin haben viele Leute gesagt, dass sie das nicht mitmachen, und haben einfach ihre Stelle verlassen, vor allem nicht-wissenschaftliche Mitarbeiter. Und dann, ein dreiviertel Jahr später, hieß es, dass die LRG nach Ottobrunn zurückkehrt. Es ist alles ein Durcheinander, wir haben nicht mal ein eigenes Gebäude. Der Einzige, der hinter der Raumfahrt steht, ist der Söder. In den Ministerien

und auch an der TU München gibt es keine wirkliche Unterstützung in der Richtung.

Überhaupt besteht in Deutschland und in Europa meiner persönlichen Meinung nach weniger Interesse an Raumfahrt, da wir uns in einer Situation der Übersättigung befinden. Entwicklungsländer betrachten die Raumfahrt als Zukunft, der wir eher mit Furcht begegnen, da wir nicht wissen, was sie bringen wird. Ein Beispiel ist ‚Iris Square‘, eine Satellitenkonstellation, die von den Europäern geplant wird. Aufgrund gestiegener Kosten wird nun überlegt, dieses Projekt zu beenden. Das mangelnde Interesse zeigt deutlich: Wir lieben die Vergangenheit, aber haben Angst vor der Zukunft.

Was ist Ihre Meinung zu der Initiative Bavaria One und wie sehen Sie deren Potenzial für die Raumfahrttechnologie?

Das Ziel von Bavaria One, die bayerischen Raumfahrtfirmen zu unterstützen, nimmt Fahrt auf. Das internationale Renommée und die Unterstützung dringen langsam an die Öffentlichkeit. Heute war die DPA (Deutsche Presse-Agentur) wieder da und es ging um die Benutzung der Iris² Satelliten durch das Militär, denn Satelliten spielen eine erhebliche Rolle im Krieg. In der Bevölkerung wächst das Bewusstsein, dass Satelliten für die Umwelt – zum Beispiel, um die Meereshöhe zu messen –, für die Kommunikation und auch im militärischen Bereich wichtig sind. In den letzten Jahren beginnt sich die Einstellung zum Thema Weltraum, zu seiner Erforschung und Nutzung, wieder zu verbessern. Gerade auch Ihre, die junge Generation ist positiver der Raumfahrt gegenüber eingestellt.

Wie beeinflusst der Space-Sektor innerhalb des Ingenieurwesens die anderen Ingenieurbereiche?

In meinen Vorlesungen sitzen nicht mehr nur Luft- und Raumfahrtingenieure, sondern tatsächlich Leute aus der Elektrotechnik oder der Physik. Viele Studenten aus anderen Fachgebieten interessieren sich für die Raumfahrt und setzen sich in die Vorlesungen; das nehme ich als sehr befruchtend wahr. Unten in den Räumen der WARR sind Leute aus der ganzen TUM, weil sie Satelliten oder Raketen bauen wollen. Der wichtige Punkt bei solchen Projekten ist, etwas mit den eigenen Händen zu tun und konkrete Probleme zu lösen. Das ist viel wichtiger, als nur Vorlesungen zu hören. Um den Studenten diese Erfahrung zu ermöglichen habe ich immer die WARR unterstützt, auch finanziell.

Wenn Sie sich ein weiteres Forschungsgebiet aussuchen könnten, welches würden Sie wählen?

Ich finde Biologie faszinierend. Wie aus dem Informationsspeicher DNA tatsächlich ein Mensch entsteht, die evolutionsbiologische Umsetzung



von DNA. Der gesamte Bereich der Genanalyse interessiert mich sehr, den würde ich wählen. Gerade fasziniert mich auch ein Thema, das dieses Jahrzehnt beherrscht. In der Raumfahrt bin ich an die Robotik gekommen und dort braucht man KI, deswegen betreue ich ein paar Doktorarbeiten darüber. Ich finde KI toll – und dazu gehört auch, ihre Grenzen zu verstehen. Da wird wieder meine Kompetenz als Kommunikator wichtig. Ich halte jetzt viele öffentliche Vorträge über KI, bin im bayerischen Ethikrat, um die bayerische Regierung zu beraten, wie man mit KI umgehen muss.

Was sind Ihrer Meinung nach die nächsten Schritte für die bemannte Raumfahrt und die Erforschung des Weltraums?

Vor meiner Antwort kurz der Hinweis, dass Raumfahrt nur etwa zu 15 Prozent bemannt ist. Mit ca. 6/7 fließt ein Großteil des Geldes in die unbemannte Raumfahrt, weil wir viele Dinge wie Erdbeobachtung so machen können. Die bemannte Raumfahrt ist also nur die berühmte ‚Spitze des Eisbergs‘ und aus zwei Gründen wichtig. Erstens: Wenn wir Dinge im Weltraum reparieren wollen, dann brauchen wir Menschen – also immer dann, wenn Flexibilität gefragt ist. Zum zweiten ist der Astronaut für mich ein Botschafter der Menschheit im Weltall. Die erste ‚richtige‘ Mondlandung war 1969, als ein Mensch einen Fuß auf den Mond setzte – und nicht die unbemannte Landung im Jahr 1967. Wir waren auch schon auf dem Mars, doch erst, wenn ein Mensch den Mars

wirklich betritt und zurückkommt, können Sie ihn fragen: Wie war dein Erlebnis da oben? Das kann kein Roboter beantworten.

Zu Ihrer Frage: Ich finde das ‚Artemis Programm‘ der Amerikaner für die bemannte Raumfahrt toll. Das Hauptaugenmerk wird auf die Flüge zum Mond gerichtet. Nicht weil er so unbedingt wichtig ist, sondern weil wir langfristig zum Mars wollen und der Weg nur über den Mond geht. Dabei lernen wir zuverlässige Technologien zu bauen. Tatsächlich würde



ich auch gerne zum Mond fliegen.

Welche Ratschläge würden Sie jungen Ingenieurinnen und Ingenieuren geben, die eine Karriere in der Raumfahrttechnik anstreben?

Um ehrlich zu sein, würde ich ihnen das Gleiche raten wie meinen beiden Töchtern. Es ist wichtig, das zu studieren, was einem Spaß macht. Nur wenn ich Freude an einer Sache habe, wie beispielsweise an Luft- und Raumfahrt, engagiere ich mich. Ihr werdet feststellen, wenn ihr euren Master habt, arbeitet Ihr häufig in anderen Gebieten. Doch zwischen 20 und 30 habt Ihr etwas getan, was euch erfüllt hat und nehmt dieses Gefühl in den Beruf mit. Etwa die Hälfte meiner Studenten geht in die Luftfahrt, doch bis zu 50 Prozent gehen auch in die Automobil- oder andere Branchen. Und werden dankend genommen, weil bekannt ist, dass die Studenten in der TU München toll ausgebildet werden.

Was fasziniert Sie jetzt, nach vielen Jahren, immer noch an der Raumfahrt und am Weltraum insgesamt?

Das Tolle an der Raumfahrt ist, dass Sie gezwungen werden, immer an die Grenzen des Möglichen zu gehen. Das macht mir am meisten Spaß. Ein alltägliches Beispiel: Wenn ich in mein Büro fahre, dann nehme ich oft andere Wege, manchmal auch irgendwelche Waldwege. Es hat mich immer schon gereizt, Dinge anders und besser zu machen. In der Raumfahrt geht es nur so. Nehmen wir die Kosten, die waren bisher zu hoch und mussten niedriger werden. Also war es gut, dass Elon Musk gezeigt hat, wie und mit welchen Materialien man die Preise drückt. Er hat ein ganz anderes Launchpad gebaut als die NASA. Nachdem er mit seiner ersten Starship-Rakete sein Launchpad zerstückelt hat, hat er mit kostengünstigeren, neuen Materialien ein Launchpad hergestellt und eine super Lösung gefunden. Die

Maxime ist: Immer wieder neu anfangen, ganz von vorne. Erstmal alles wegnehmen, später kann man manche der alten Dinge wieder reinholen, die doch nicht so schlecht sind.

Das Umdenken und Neuentwickeln, das mag ich an der Raumfahrt. An die Grenzen des Materials kommen, Kosten optimieren ... diesen Herausforderungen stelle ich mich heute noch gerne.





DATENSCHUTZ

EINE GRUNDSATZDEBATTE

„Ein Kommentar über die NSA-Affäre?

Das ist doch sowas von 2013!“



Stefan
Schärddinger

Wie sieht eigentlich gerade die Lage aus?

Die tolle Idee wäre doch, eine Überwachungsinstanz zu haben, welche die Bürger*innen vor Kriminalität und - allgemein ausgedrückt - vor Gefahr schützt. Dabei würden diese Geheimdienste durch Gesetze und Gerichte reguliert werden, nur die hin zu dem oben genannten Ziel zu agieren.

In der Realität sieht die Intention der Geheimdienste und deren Regulierung anders aus:

Fähige Geheimdienste spionieren nicht nur anscheinend befreundete Regierungen aus, sondern auch pauschal alle Bürger*innen. Dies geschieht unter dem Rahmen von vielen Bezeichnungen - „Vorratsdatenspeicherung“ ist nur eine davon:

- ◆ Internetknoten und sogar Unterseekabel werden angezapft [1],
- ◆ Telekommunikationsfirmen wurden gehackt [2] oder kooperierten dann sogar freiwillig [3],
- ◆ Antiviren Software wird infiltriert um besserer Zugang zu Systemen zu erlangen die eigentlich damit geschützt werden sollten [4]
- ◆ und auf die Daten vielgenutzter Online-dienste wie soziale Netzwerke oder Email Clients kann mit PRISM nach Belieben zugegriffen werden [5] [6].

Die Begründungen die oft präsentiert werden,

sind meistens Kriminalität, Schutz vor Terror oder die sexuelle Ausnutzung von Kindern im Internet. Und da jede*r potentiell dafür in Frage kommt, muss schließlich jeder überwacht werden.

Allerdings verstößt das wahllose Abhören vor allem ohne ausreichende gesetzliche Grundlage unter anderem gegen deutsche Gesetze.

Durch Snowdens Enthüllungen und die darauf folgenden Untersuchungen kam heraus, wie die NSA vor allem mit Beihilfe des BNDs ein Abhörnetz aufgebaut hat, das kaum durch Gerichte reguliert wird. Mit dessen Hilfe werden unter anderem Journalist*innen und Parteimitglieder z.B. von Oppositionsparteien der USA, Deutschland und anderen Ländern abgehört [7].

„Soll die NSA doch meine Katzensvideos sehen. Ich habe ja nichts zu verbergen. Nur Kriminelle haben etwas zu verbergen.“

Dieses Argument hörte und hört man doch sehr oft. Das Problem bei diesem Satz ist nur, dass dadurch der Anspruch auf ein Grundgesetz in Frage gestellt wird. Erstens gibt es durchaus Personen, die nicht kriminell handeln, allerdings trotzdem gerne ihr Recht auf das 10. Grundgesetz des Postgeheimnisses gebrauchen wollen. Viel wichtiger allerdings ist die Tatsache, dass das Grundgesetz einige Schutzgarantien für ihre Bürger geben sollte:

Fakt ist: Regierungen, auch wenn sie Demokratien sind, missbrauchen ihre Mittel (z.B. des Militärs) unter anderem für ihren Machterhalt und nicht für die Verteidigung von Menschenrechten oder Leben. Wie Julian Assange zeigte, begeht auch die angebliche Vorzeigedemokratie USA



systematisch Anschläge und Terror vor allem mit dem Ziel zu destabilisieren. Aktueller wäre noch die mutmaßliche Nutzung von KI für das Auswählen von Menschenzielen im Gazakrieg. Um nun zum Thema Datenschutz zurückzukommen: Israel füttert ihre KI unter anderem mit abgefangenen Daten aus Whatsapp Nachrichten [8].

Grundgesetze sollten eine nur schwer änderbare Barriere sein, die das Erstarken einer autoritären Regierung verhindern soll, welche die Staatsorgane missbrauchen würde und eine Gewaltenteilung zerstört, um sich in ihrer Macht zu festigen.

Die passierte nicht nur in der Geschichte durch den Überwachungsstaat der DDR sondern auch heute: Was in der Türkei noch vor zehn Jahren unvorstellbar war, ist vor zwei Jahren durch ein Referendum Wirklichkeit geworden. Dieses Referendum gab Erdogan mehr Einflussmöglichkeiten in die Exekutive und Judikative. Nun sanktioniert die Türkei den Import von Datensicherheitstechnologien, verlangt von heimischen Diensten den Einbau einer Hintertür für die Regierung und sperrt Journalisten weg, die geheim kommunizieren.

Zurück nach Deutschland: Der zweite Weltkrieg hat uns gezeigt, passiert, wenn man Redekunst, Terrorisierung der Bürger*innen, eine ohnehin schwächelnde Demokratie und eine Brise Größenwahn in einen Topf gibt:

Wir haben unsere Lehren gezogen: Heute ist Deutschland eine sogenannte wehrhafte Demokratie die mit zahlreichen Schutzmechanismen eine allzu schnelle Machtergreifung von demokratiefeindlichen Parteien verhindern soll.

Ich halte einen neuen Hitler in Deutschland für unwahrscheinlich, habe allerdings trotzdem bei der Wahl 2017 besorgt auf den überraschend großen hellblauen Balken einer Partei gesehen, welche es mit dem Datenschutz etwas lockerer nimmt. Datenschutz sollte selbstverständlich sein, denn dieser erlaubt Bürger*innen, Meinungen (auch staatskritische) zu äußern, ohne staatlich verfolgt zu werden. Das Problem ist nur, wenn wir erst einmal in einem autoritären Staat wie in den vielen Beispielen aus unserer Geschichte leben, wird es sehr schwer werden, überhaupt vertraulich auf mögliche Verfehlungen des Staates hinzuweisen.

Durch Snowdens Enthüllungen kam es zu keinen rechtlichen Folgen für staatliche Abhör-Akteure [9][10]. Deren Handlungen wurden sogar im Nachhinein durch neue Gesetze legitimiert, obwohl verschiedene Gerichte z.B. auf EU Ebene, in den USA oder in europäischen Staaten diese Überwachung als gesetzeswidrig erkennen [11].

Politisch wird bereits seit langem daran gearbeitet, noch existierende Gesetze zum Datenschutz mit fadenscheinigen Argumenten aufzulockern. Ein prominentes Beispiel dafür ist die

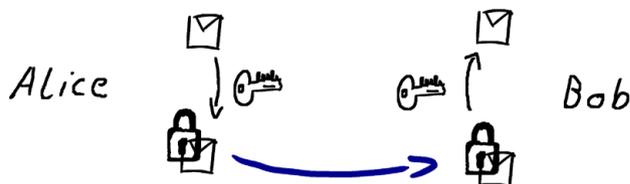
sog. Chatkontrolle für Messenger Dienste bei der staatlichen Institutionen einen universellen Zugangsschlüssel für Kommunikationen in Whatsapp erhalten [12].

Aber es ist doch seit dem viel passiert? End-to-End Verschlüsselung und so..

Mehr Verschlüsselung in der Industrie war die Hauptreaktion auf Snowden. Jetzt sieht man auf so ziemlich jeder Webseite dieses Schloss-Symbol in der Browser-Leiste und Messenger-Apps versprechen sog **End-To-End Verschlüsselung**.

Bei letzterem werden Nachrichten zwischen zwei Parteien mit Schlüsselmaterial verschlüsselt, welches nur die beiden Parteien haben (sollten). Die Nachrichten bleiben damit verschlüsselt vom Moment des Absendens bis zum Moment des Empfangens. Der Teufel steckt allerdings im Detail. Dieses Sicherheitsmodell lässt sich nun verschiedenen Ebenen brechen:

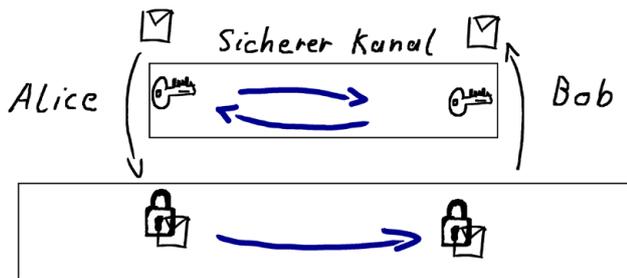
Schauen wir mal auf Whatsapp: Wenn behauptet wird "End-to-End" zu verschlüsseln, sollte man auch beweisen können, dass das dafür benutzte Schlüsselmaterial wirklich nur die intendierten Kommunikationsparteien besitzen, sodass auch nur die beiden Parteien auf ihre verschlüsselten Nachrichten zugreifen.



Ein häufiger Mechanismus der das Abfangen oder Einschleusen von Schlüsseln erschweren soll ist, Schlüsselmaterial über einen sog. **sicheren Kanal** auszutauschen.

Diese sicheren Kanäle sind aber technisch aufwändig und/oder unsicher; konkret für Whatsapp bedeutet das, dass der Schlüsselaustausch nicht beweisbar sicher ist, was wiederum bedeutet, dass Dritte auch Zugriff auf die Kommunikationsschlüssel haben könnten [13].

Ein wahrhaftig sicheres Beispiel für einen sicheren Kanal (und ja, das ist mein Ernst) ist ein persönliches Treffen, in dem zwei Kommunikationspartner*innen physisch ihre jeweiligen Schlüssel austauschen. Bei Whatsapp geht das z.B. mit dem Vergleich des persönlichen "Verifizierungscode" eines Kontaktes.



Aber wer macht denn sowas?

Im Übrigen ist es für eine*n Angreifer*in viel pragmatischer einfach das Endgerät der Kommunikationsteilnehmer*innen zu hacken, und damit jegliche Verschlüsselung einfach zu umgehen. Dagegen helfen dann eventuell auch nur speziell gehärtete Betriebssysteme.

Können sich alle so etwas ihrem Handy einrichten?

Oft muss nicht einmal irgendetwas gehackt werden: Auch Metadaten, also unverschlüsselte Kontextinformation (wie z.B. Nachrichtenlänge, Uhrzeit des Verschickens, Absender*in und Empfänger*in, geographischer Ort des Empfängers oder Senders) können und werden von diesen vermeintlich sicheren abgefangen und dafür genutzt tiefgreifende Persönlichkeitsprofile zu konstruieren.

Die möglichen (und genutzten) Angriffsszenarien könnten hier nun endlos weitergeführt werden...

Was kann ich nun machen?

Während einige Angriffe nur mit hohem technischen Aufwand zu verhindern sind, können andere Angriffe mit verhältnismäßig vertretbarem Aufwand verhindert werden:

- ◆ Wie wäre es denn mal statt Whatsapp mit der App „Signal“, ein Messenger der ebenfalls E2E verschlüsselt aber auch auf deine Metadaten acht gibt.
- ◆ Wusstest du, dass viele Emails, insbesondere zwischen unterschiedlichen Emailanbietern (wie z.B. zwischen Gmail und Outlook) in der Regel nicht verschlüsselt werden?
Ließ dich mal in **PGP (Pretty Good Privacy)** ein. Lade dir mal einen PGP Client

für dein Lieblingsbetriebssystem herunter und verschicke zwischen dir und einem Mitstreiter einfach mal einige verschlüsselte Emails zum Spaß.

- ◆ Für etwas computeraffine Menschen gibt es prism-break (<https://prismbreak.org/en/>), ein aufwändig kurriertes öffentliches Verzeichnisses von Open Source Programmen, die als sicher gelten gegen breites Abhören.
- ◆ Statt zu Googlen, benutze mal DuckDuckGo und benutze einen VPN.
- ◆ Nicht alle Sachen müssen komplett online erledigt werden. Kalender-Apps oder Email Programme können auch über kostenlose offline-verfügbare Clients wie Thunderbird eingerichtet werden.
- ◆ Für Dienste, die einen Server brauchen (z.B. einen Email-Server), musst du dir im Klaren sein, für was du zahlst und wie du zahlst. Wenn du nicht mit Daten zahlen möchtest, musst du mit Geld zahlen, was ja auch nur fair ist: Statt Gmail zu nutzen, zahle dann also für z.B. <https://kolabnow.com/>. Oder benutze die Möglichkeiten, die du als Student an der TUM hast: Beispielsweise, statt Zoom zu benutzen, nimm einfach <https://bbb.cit.tum.de/> (vorausgesetzt du hast einen RBG-Account, welchen sich jeder Student in dem MI Gebäude bei der RBG kostenfrei erstellen lassen kann). ☀

Quellen:

- [1] <https://www.tagesschau.de/ausland/europa/chatkontrolle-eukindemissbrauch-102.html>
- [2] <https://medium.com/chip-monks/backdoor-to-whatsapp-end-to-end-encryption-814f1f770ef2>
- [3] <https://www.spiegel.de/politik/ausland/die-uss-jimmy-carter-soll-fuer-die-nsa-glasfaser-kabelanzapfen-a-908815.html>
- [4] <https://www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/ndr-und-sz-telekommunikationsfirmen-kooperieren-mit-geheimdiensten-a-914428.html>
- [5] <https://www.nytimes.com/2015/08/16/us/politics/att-helped-nsa-spy-on-an-array-of-internettraffic.html?hp&action=click&pgtype=homepage&module=first-column-region®ion=topnews&wt.nav=top-news&r=0>
- [6] <https://www.golem.de/news/nsa-und-gchq-geheimdienste-attackieren-anti-viren-hersteller-1506-114827.html>
- [7] https://www.washingtonpost.com/investigations/us-intelligence-mining-data-from-nine-us-internet-companies-in-broad-secret-program/2013/06/06/3A0c0Da8-CeBf-11e2-8845-d970cc804497_story.html
- [8] <https://www.theguardian.com/world/2013/jun/06/us-tech-giants-nsa-data>
- [9] <https://netzpolitik.org/2015/vollkommen-ausser-kontrolle-bnd-half-wahrscheinlich-der-nsadeutsche-politiker-zu-ueberwachen/>
- [10] <https://theintercept.com/2024/05/22/whatsapp-security-vulnerability-meta-israel-palestine/>
- [11] <https://www.faz.net/aktuell/politik/inland/streit-ueber-bnd-taetigkeit-regierung-will-keine-personellen-konsequenzen-ziehen-13561326.html>
- [12] <https://www.zeit.de/digital/datenschutz/2017-10/nsa-affaere-spying/u-s-court-mass-surveillance-bndedward-snowden>
- [13] <https://www.reuters.com/article/us-usa-nsa-spying/u-s-court-mass-surveillance-program-posed-by-snowden-was-illegal-idUSKBN25T3CK/>



SPACE DEBRIS

Galactic Waste Disposal Wanted



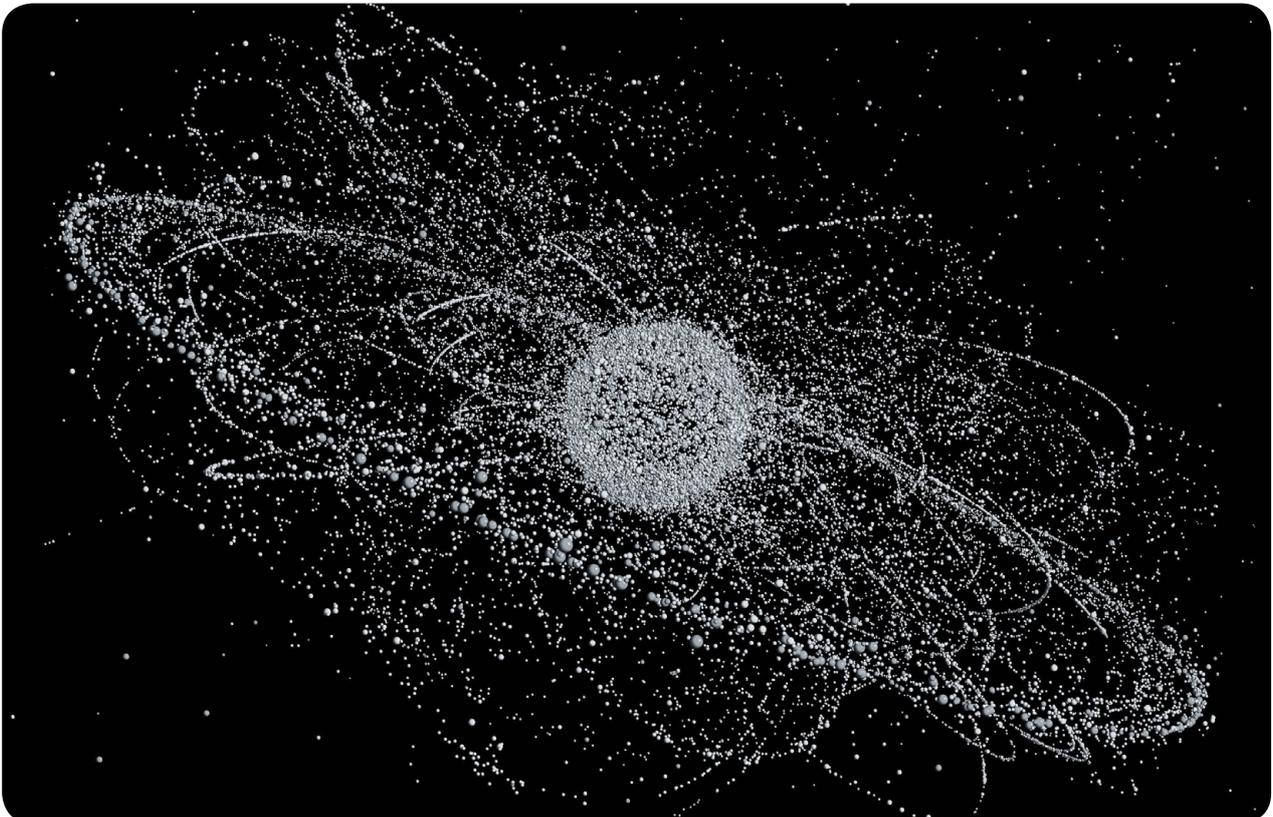
Emma
Jung

Against common intuition, space isn't empty; it's packed with junk. But what threats does space junk pose? What is the current situation? And what can be done in response to possible threats?

All man-made objects placed into the Earth orbit that serve no function are called "space debris". Most space debris is created when debris breaks apart, explodes or collides with inactive spacecraft and satellites. The proportion of space debris compared to the used, intact spacecraft and satellites is very large: About 95% of all objects placed into Earth orbit by humans are space debris.

The Space Surveillance Networks monitor this space debris and tracks the trajectory of each object. About 35,150 debris objects are being regularly tracked and maintained in their catalog. Models, like the ESA-MASTER model, now estimate the presence of approximately 36,500 space debris objects larger than 10 cm, 1,000,000 objects ranging from 1 - 10 cm, and 130 million debris objects from greater than 1 mm to 1 cm in Earth's orbit.

Collisions between these objects can create debris clouds, increasing collision risk to intact flying objects and other debris pieces. These objects are present in such a high density in certain orbits that they collide with each other, creating the threat of a chain reaction: each fragment of a collision is capable of causing further space debris, especially if it collides with a satellite or spacecraft. The effect of the cascading increase in space debris through random collisions is also known as the Kessler Syndrome. Without a change in the



Space Debris; von „Steve Worsethandetroit“ auf flickr: <https://www.flickr.com/photos/sneak046/16645222450>



current situation and our previous behavior, the problem will worsen over time. Regarding this issue, the Head of the ESA's Space Debris Office in Darmstadt, Prof. Heiner Klinkrad, expressed:

"Among experts, there is a broad and strong consensus that immediate action for space debris removal is necessary. Our understanding of the growing space debris problem can be compared to our understanding of the need for awareness about global climate change 20 years ago."

The threat posed by space debris is becoming increasingly real: More and more evasive maneuvers must be carried out to avoid collisions and the creation of even more space debris. The space debris population is self-reinforcing through the effect of collision, where the debris pieces are crushed into smaller fragments with each subsequent collision. However, objects with a small diameter, which are more difficult to detect, should not be underestimated. The debris moves at a speed of 7 to 10 kilometers per second, depending on the altitude.

This speed means that their energy is comparable to that of a hand grenade.

To understand the urgency of space debris avoidance, it is important to know when the critical threshold of space debris is reached. When this will be exceeded is still a matter of debate. According to Kessler's analyses, the limit will be reached in 30 to 40 years. In contrast, NASA states that the threshold in the frequented, near-Earth orbit — between 900 and 1000 kilometers — is already reached today.

Therefore, many space agencies worldwide are researching strategies to slow the growth of space debris so that the near-Earth orbits will be usable in the future. Lisa Innocenti from the ESA's Clean Space Program said the following about the approach to this problem: "We need to tackle the problem in two ways. The first: We stop cluttering up space. The second: We need to remove the existing junk." Currently, many ideas are being researched and worked on. Innocenti mentioned two methods. On the one hand, "Mitigation" and

on the other, "Active Debris Removal". Studies by ESA and NASA have shown that the currently problematic situation in near-Earth orbit — between 600 - 1000 km — could be mitigated if a few pieces of debris are removed each year using the "Active Debris Removal" method.

Examples of active disposal methods include the "ClearSpace-1" initiative from ESA, research on a high-power laser at DLR, and an EDT (Electrodynamic Tether) at JAXA. The ESA's "ClearSpace-1" initiative tests a cleanup satellite that will capture debris pieces and let them burn up in the Earth's atmosphere. Researchers at DLR are working on a high-power laser that can remove decommissioned spacecraft from orbit by irradiation, causing them to descend to Earth, and at JAXA, an electrodynamic tether is being researched that slows down debris using the Earth's magnetic field. Nevertheless, many of these projects and ideas are still in development, as the irregular, rapid tumbling and spinning movements of space debris significantly complicate the process of capturing.

Measures to avoid waste have also been introduced: The Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC) and the UN Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS) have developed guidelines to help curb the increase in space debris and the natural descent of dysfunctional spacecraft and satellites. For example, decommissioned satellites should be moved to a so-called "graveyard orbit" about 300 kilometers above the geostationary orbit. However, there is no binding international law for space debris disposal or prevention.

The issue of collision risk and the Kessler Syndrome has led to a new awareness of the impacts and the different stakeholders in space operations. Today, the entirety of spacecraft and satellites can be perceived as a complex, tightly coupled sociotechnical system. In the system of spacecraft and satellites, there is little resilience because the debris is not controllable, and some, due to their size, cannot even be detected before a collision. Yet even today, our society depends on space operations through communication satellites. Their safety and existence are directly affected by space debris.

In summary, a global awareness of shared responsibility has emerged in recent decades. The concrete urgency of waste prevention and removal is now internationally recognized. It is no exaggeration to say that this problem threatens all future space missions unless active intervention is taken soon. Therefore, the potential dangers of Kessler's syndrome must be taken seriously. With guidelines for curbing environmental debris and research into how satellites can be removed, there is hope that the escalation of a rampant Kessler Effect can be averted. However, internationally



binding laws are still lacking, and the problem could worsen in the future due to the increasing commercialization of space travel. The measures taken so far have been too minor to ensure that the amount of space debris does not continue to rise. Timely action can still prevent the potentially catastrophic effects of the Kessler Syndrome on space operations.

Therefore, space operations in the future may require solutions for problems that are not yet imaginable today.



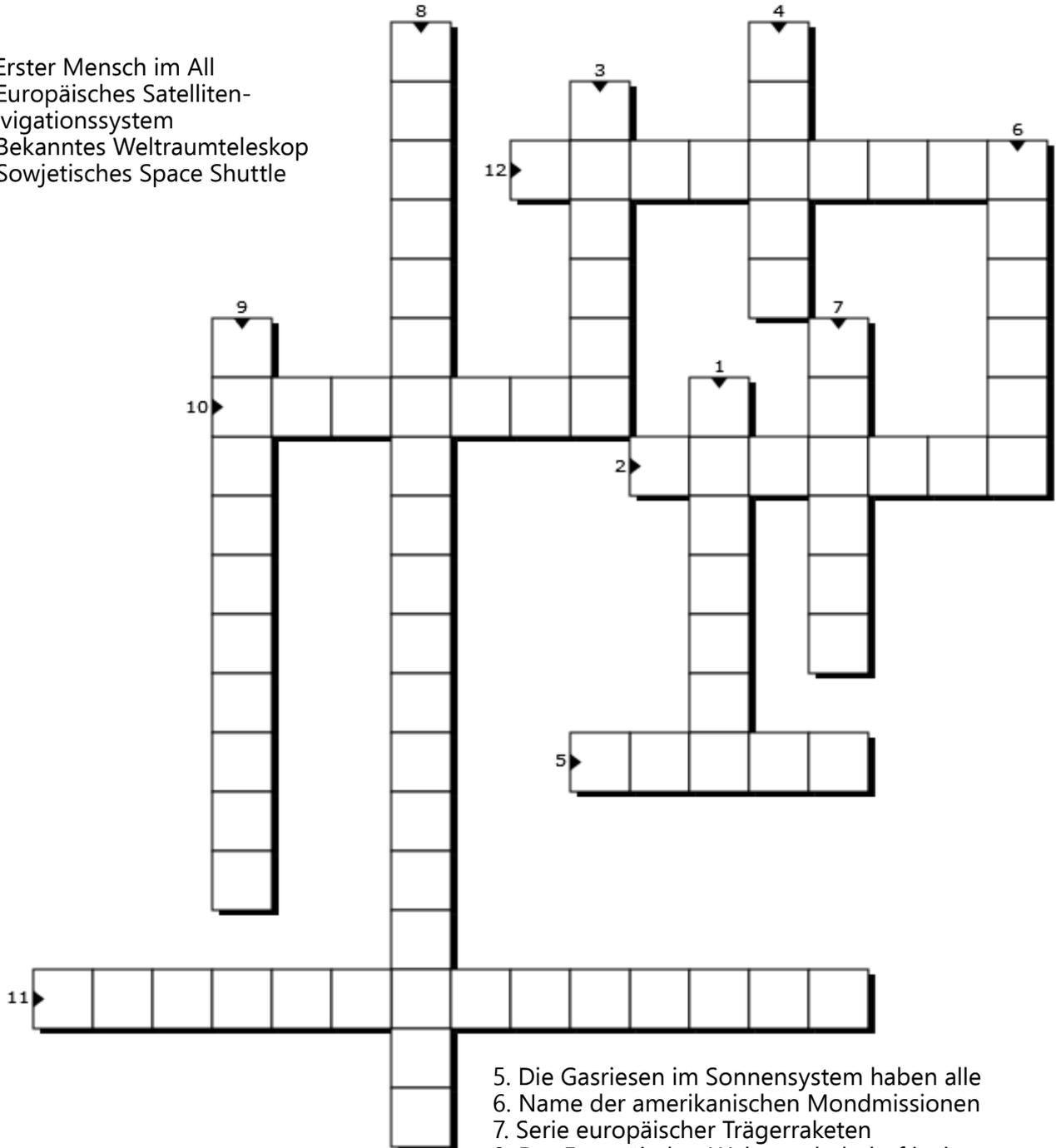
References

- ◆ Kabáth, Petr; Jones, David; Skarka, Marek (2020): Reviews in Frontiers of Modern Astrophysics S.2
- ◆ Haug, Clemens (2019): ESA-Mission zur Entsorgung Von Weltraumschrott
- ◆ https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers
- ◆ BR.de (2019): Weltraumschrott - Rasend schnell und sehr gefährlich
- ◆ Lübbert, Daniel; Starte, Gregor; Tenner, Julia (2009): Aktueller Begriff: Weltraummüll
- ◆ ESA, Space in Member States, Germany (2013): Weltraumschrott: Internationale Experten einig über dringenden Handlungsbedarf
- ◆ Lübbert, Daniel; Starte, Gregor; Tenner, Julia (2009): Aktueller Begriff: Weltraummüll
- ◆ Odenwald, Michael (2019): Das Kessler-Syndrom: Warum die Raumfahrt spätestens für unsere Enkel ein Ende haben könnte
- ◆ ESA, Space in Member States, Germany (2017): Wichtige Infrastruktur im All durch Weltraummüll bedroht – ein Hintergrund
- ◆ Rundfunk, B. (2024): Weltraumschrott: Rasend schnell und sehr gefährlich. Bayerischer Rundfunk. <https://www.ardalpha.de/wissen/weltall/raumfahrt/weltraumschrott-satelliten-truemmer-bruchstuecke-100.html>
- ◆ ESA, Space in Member States, Germany (2017): Wichtige Infrastruktur im All durch Weltraummüll bedroht – ein Hintergrund
- ◆ Pelton, Joseph N. (2015): New Solutions for the Space Debris Problem S.2
- ◆ Perrow, Charles (1989): Normale Katastrophen - Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik S. 306-325
- ◆ Stirn, Alexander (2017): Kehrwoche im Orbit
- ◆ Bild im Hintergrund von NASA auf Unsplash: <https://unsplash.com/de/fotos/blick-auf-erde-und-satellit-yZyqONrUBe8>



KREUZWORTRÄTSEL

- 1. Erster Mensch im All
- 2. Europäisches Satelliten-Navigationssystem
- 3. Bekanntes Weltraumteleskop
- 4. Sowjetisches Space Shuttle



- 5. Die Gasriesen im Sonnensystem haben alle
- 6. Name der amerikanischen Mondmissionen
- 7. Serie europäischer Trägerraketen
- 8. Der Europäische Weltraumbahnhof ist in
- 9. Erdbeobachtungsprogramm der EU
- 10. 2001: ... im Weltraum
- 11. Die Teleskope der Europäischen Südsternwarte stehen in der
- 12. Spektakulärer Sternentod, auch in Garching zu finden

HEY DU!

DU HAST BOCK AUF NEUES MW-MERCHANDISE?

**MÖCHTEST BEI DER ORGANISATION DER
ESP 2024 MITWIRKEN?**

**ODER WILLST DURCH ENGAGEMENT IN DER
HOCHSCHULPOLITIK VERÄNDERUNGEN AUF DEM CAMPUS
BEWIRKEN?**

OHNE DIE **FACHSCHAFT MASCHINENBAU**

WÄREN VIELE DIESER INITIATIVEN NICHT MÖGLICH.

**UND OHNE FREIWILLIGE HELFER AUS DEM MASCHINENBAU-
STUDIENGANG KANN DIE FSMB IHRE VIELFÄLTIGEN AUFGABEN
NICHT ERFÜLLEN.**

JETZT MAL KLARTEXT:

****WIR SUCHEN DRINGEND NACHWUCHS** FÜR DIVERSE ÄMTER.
DAS HEISST, WENN DU BOCK HAST, TEIL UNSERES TEAMS ZU
WERDEN, UND MOTIVIERT BIST, WAS ZU BEWEGEN - DANN
ZÖGERE NICHT!**

**KOMM EINFACH MAL IN UNSER BÜRO. WIR SIND SICHER,
DASS WIR GENAU DIE RICHTIGE AUFGABE FÜR DICH HABEN.**