

## Kontakte via ARISS (Amateur Radio on International Space Station)

# Anregungen zur Vorbereitung eines ISS-Schulkontakts

### Autorenteam\*

**Zur Umsetzung eines ISS Kontaktes mit einer Schule gehört einiges an Planung und Vorbereitung dazu. Zwischen dem Zeitraum vom ersten Kontakt zur Schule, bis zur Umsetzung des Projektes und dem eigentlichen Eventtag liegen nicht selten ein bis zwei Jahre. Diese Zeit wird von Seiten der Schule und von allen Beteiligten zur gründlichen Vorbereitung gebraucht.**

**G**anz wichtig ist es immer positiv zu bleiben, egal, welche Rückschläge es gibt, denn das gesamte Projekt kann zu jeder Zeit scheitern. Dessen sollte man sich bewusst sein und auch offen mit der Schule und den Schulverantwortlichen darüber sprechen. Aber dazu später noch mehr. Zu allererst wird der Kontakt zur Schule über die Schulleitung geknüpft. Diesen hat in unserem Beispiel Georg, DL3YAT, Anfang 2016 hergestellt. Er ging auf die Schulleitung des Werner-Heisenberg-Gymnasiums (WHG) zu und stellte die Aktivitäten rund um den Amateurfunk vor. Dabei stand nicht nur ein mögliches ISS Projekt im Vordergrund, sondern auch eine länger anhaltende Zusammenarbeit zwischen der Schule und dem OV Leverkusen (G11). Als das Thema zu einem möglichen ISS-Kontakt kam, war die Begeisterung der Schulleitung und auch der verantwortlichen Lehrer groß. Also ging es mit der umfangreichen Vorbereitung des ISS-Kontakts los. Die Schule hat nicht auf die Funkamateure gewartet, um ein solches Projekt durchzuführen, da der Schulalltag nur bedingt umgestellt werden kann. Klassenarbeiten und Klausuren sowie die Abiturprüfungen laufen ebenso wie der reguläre Unterricht weiter. Es bietet sich trotzdem für die Schule die Gele-



genheit, das Gesamtthema Raumfahrt in die einzelnen Unterrichte mit einfließen zu lassen. Und genau hier liegt die große Chance auch für die Funkamateure, ihr Hobby sowie die Faszination für alles, was mit dem Hobby zu tun hat, entsprechend an die Schüler weiter zu geben. Warum nicht einmal einen Unterrichtsblock in Absprache mit dem Fachlehrer im Fach Physik/Technik übernehmen! Wir haben die Erfahrung gemacht, dass das DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt), zusätzlich an die Schule gebracht, eine gute Ergänzung ist und stets von allen Seiten als sehr positiv und harmonisch ergänzend gesehen wurde. Das DLR hat die Lehrer mit Unterrichtsmaterial versorgt und optimal begleitet. Dadurch wurden die Schüler befähigt, ihre Fragen an Alexander Gerst zu formulieren. Im Fall vom WHG waren es 141 Fragen, aus denen schlussendlich die zehn (normalerweise 20) einzureichenden Fragen ausgesucht wurden. Die ARISS (Amateur Radio on International Space Station) ist das Verbindungs-glied zur ESA/NASA für den Sked. Sie leiten unter anderem die Fragen der Schüler/Innen weiter und haben ein besonderes Interesse daran, dass die Anforderungen an die Technik und damit die technische Ausstattung seitens der Funkamateure gewährleistet wird.

Eines ist klar: Die Schule mit Ihrer Leitung, den Lehrer und Schülern, die Mitarbeitern vom DLR sowie die Funkamateure haben, jeder für sich, ein eigenes Ziel und Ansprüche an das Gelingen eines ISS-Kontaktes.

Eines ist bei allen immer gleich: „Die Faszination für das Thema Raumfahrt und Technik in jedem einzelnen der Beteiligten und Gästen des Events zu wecken.“

Nachfolgend, anhand des gemeinsamen ISS-Kontaktes vom WHG und dem Schickhardt-Gymnasium aus Herrenberg (SGH), eine kurze Phasenbeschreibung/Auflistung der einzelnen zu durchlaufenden weiteren Schritte. Beginnend mit der ersten Phase, bis es zur Zusage durch die ARISS kommt. Zusage heißt aber nur, man weiß, in welchem Zeitfenster (Kalenderwoche/n) der Kontakt stattfinden könnte.

- Juli 2016: Anmeldung/Bewerbung des Werner-Heisenberg-Gymnasiums (WHG) bei der ARISS. Hilfestellung bei der Aufnahme der Elevation vom Schuldach/Standort der Antenne geben.
- Februar 2017: Offene Fragen mit der ARISS klären.
- Februar 2017: ARISS meldet, wer der Mentor seitens der ARISS sein wird (z.B. Peter Kofler, IN3GHZ für DL).

### \*Autorenteam

Martina Neid,  
DL1KMN  
Claudia Bensen  
(WHG)  
Dr. Frank Hill (WHG)  
Ulrich Biermanski,  
DL7UB  
Klaus Rudolf,  
DL1RSE  
Georg Westbeld,  
DL3YAT

### Bildunterschrift

- September 2017: ARISS ändert das Bewerbungsverfahren und fordert eine neue umfangreichere Bewerbung, aufgrund der vielen Anfragen.
- Oktober 2017: Neue, umfangreichere und erweiterte Bewerbung bei der ARISS eingereicht.
- November 2017: ARISS gibt Zeitfensterplan vor bittet um Meldung der Wunschtermine (Zeitfensterplan).
- Dezember 2017: ARISS prüft das Zeitfenster, gibt Rückmeldung zum Zeitfenster mit evtl. weiteren Angaben (Kontaktteilung mit SGH).

In der Vorbereitungsphase werden nun mehrere Meetings angesetzt, in denen es um die Ausgestaltung des Rahmenprogramms geht und auch um weitere Maßnahmen bzgl. Sponsoring, Werbung usw. Sachlich korrekte, faire und offene Kommunikation ist das oberste Gebot. Weiter geht's mit folgenden Punkten, die für den Gesamt Ablauf von Bedeutung sind.

Die zweite Phase:

- 4. KW 2018: Kontaktaufnahme der beiden Schulen untereinander.
- 10. KW 2018: Zehn Fragen werden ausgesucht und in ihrer Formulierung festgelegt.
- 14. KW 2018: Verantwortliche Funkamateure für den ISS-Kontakt beider Schulen treffen sich zur weiteren Absprache untereinander, da klar wird, dass es ein „gemeinsames“ **Event** werden soll.

- 14. KW 2018: Die 20 Fragen werden zur ARISS geleitet.

Bei den folgenden Punkten sind die Erfahrung, Kenntnis und Tatkraft der Funkamateure gefragt und es geht in die die Finale Phase.

- 22.5.2018: ARISS fordert nun die Priorisierung der 14 möglichen Kontaktzeiten. Dabei wird die Überflugzeit, die Elevation und die Himmelsrichtung (von <-> nach) angegeben.
- 29./30.5.2018: Abstimmung der priorisierten Kontaktzeiten mit Herrenberg und versenden der Prioritätenliste der Kontaktzeiten an die ARISS
- 7.6.2018: Erste Funkübung mit den Fragestellern; gemeinsam mit Herrenberg
- 8.6.2018: Aufbau der Antennenanlage
- 18.6.2018: ARISS gib den **festgelegten Termin** bekannt. (27.6.2018, 10.32 MESZ)
- 21.6.2018: Technische **Generalprobe** (Funkanlage, Videokonferenz, Audio und Schulanlage)
- 25.6.2018: Zeitgenaue **Generalprobe**; Üben mit den Schülern, die die Fragen stellen (Ablauf und Mikrotraining)
- 27.6.2018: **Showtime**

Wer beim Event auf keinen Fall fehlen darf, ist natürlich Presse, Funk und Fernsehen. Das wiederum ergibt ein weiteres Detail, an das rechtzeitig gedacht werden muss: Datenschutz und Datenfreigabe aller am Projekt Beteiligten, damit auch

später die Aufzeichnungen und Fotos sowie Filmaufnahmen von allen Beteiligten genutzt werden dürfen.

Die Einladung der Medienvertreter wird durch die Schule am Ort vorgenommen, da es schließlich ein Event der Schule für die Schüler ist. Es hat sich gezeigt, dass eine erste Vorankündigung eines möglichen Kontakts positiv aufgenommen wird.

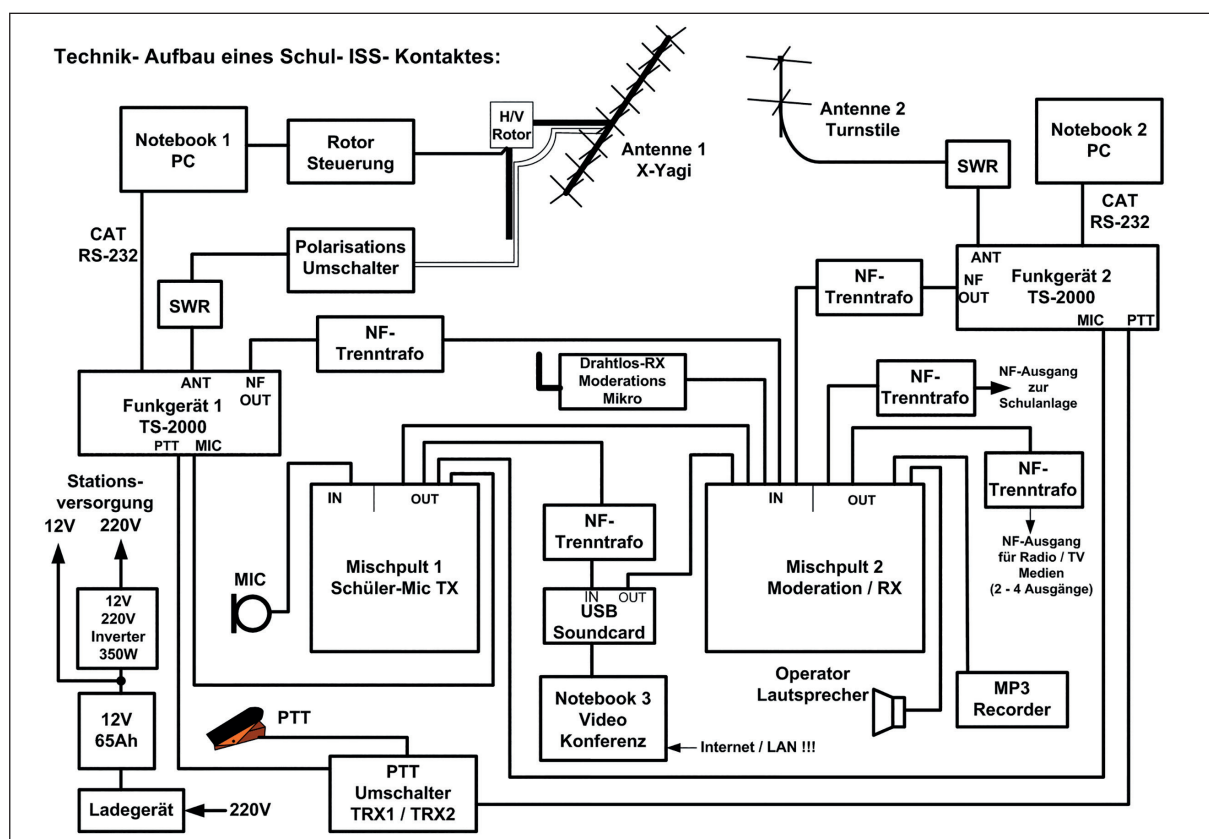
Die Beschaffung der einzelnen Komponenten sollte kein Problem darstellen. Zur Unterstützung sollte man sich in den Reihen des DARC e. V. umsehen, denn Ham-spirit ist hier an vielen Stellen zu finden und es bietet sich an, fehlende Mittel (Geld oder Hardware) über Sponsoring anschaffen zu können.

## Erforderliche Technik für einen ISS-Kontakt

Die vorliegende Beschreibung ist das Ergebnis von Erfahrungen aus insgesamt vier Schulkontakten seit 2014, die durch das Technikteam des OV Leverkusen (G11) begleitet wurden.

An die Technik einer ISS-Verbindung werden durch die ARISS [1] einige Anforderungen gestellt. Es muss jedes Detail stimmen, denn die ISS fliegt mit etwa 28 700 km/h in ca. 410 km Höhe mit der Drehrichtung der Erde. Diese Tatsachen bleiben nicht ohne Auswirkungen auf den Send- und Empfangsbetrieb mit der ISS. Am Beispiel WHG in Leverkusen wird

Technikaufbau eines Schulkontaktes



hier die erforderliche technische Ausrüstung und der wichtigste theoretische Background beschrieben. Mit ihrer Partnerschule SGH in Herrenberg erfordertes zusätzliche Technik in Form einer Audio- und Videoverbindung zwischen beiden Schulen, um den Schülern es zu ermöglichen sich gegenseitig zu hören und zu sehen.

Die auf dem Dach des WHG installierte Richtantenne muss der Flugbahn der ISS nachgeführt werden, denn nur so kann der Funkkontakt optimal von AOS bis LOS aufrechterhalten werden. **AOS (Acquisition of Signal)** ist die Zeit, in der die ISS aus der Sicht des Betrachters über den Horizont aufsteigt. **LOS (Loss of Signal)** ist die Zeit, in der die ISS unter dem Horizont des Betrachters verschwindet. Hier sind Entfernungen von rund 2300 km zu überbrücken. Diese Aufgabe erledigt ein Computerprogramm.

Die ISS befindet sich in einer relativ niedrigen Umlaufbahn mit einem **Elevationswinkel** von  $51,6^\circ$  bezogen auf den Äquator. Durch die Bahnneigung und die Rotation der Erde bewegt sie sich auf einer annähernd kreisförmigen Umlaufbahn. In 2D sieht es wie eine Sinuskurve aus [2]. Diese Kurve verschiebt sich bei jedem Umlauf (ca. 92 Minuten) von Ost nach West. Die Flugbahn der ISS ist im Internet auf diversen Webseiten zu verfolgen [3].

Die Überflugzeiten werden grundsätzlich von der NASA (National Aeronautics and Space Administration), der zivilen US-Bundesbehörde für Raumfahrt, vorgegeben. Dabei haben die wissenschaftlichen Forschungen im Raumschiff immer Vorrang vor Schulkontakten.

Somit wird auch eine Entscheidung getroffen, wieviel Zeit für den Kontakt zur Verfügung steht. Die Kommunikationszeit kann trickreich verlängert werden, wenn die Schulstation schon eine Minute vor dem möglichen Auftauchen der ISS am Horizont ruft und vielleicht zusätzlich noch günstige Inversions-schichten nutzen kann. Die Presse wertet das oft als "vergebliches Rufen", z.B. „[...] An die zehn Mal musste Lasse seinen Spruch wiederholen, bevor sich Gerst aus dem All meldete. [...]“ (General-Anzeiger Bonn).

Nur wenige Transceiver gleichen den sog. **Doppler-Effekt** automatisch aus, d.h. die Sende- und Empfangsfrequenz verändert sich um einige kHz durch die Geschwindigkeit der ISS. Das lässt sich z.B. anhand eines Rettungswagens auf der Erde erklären. Kommt dieser auf den Beobachter

zu, so ist die Tonfrequenz höher als auf der Rückseite des sich entfernenden Wagens. Man muss bedenken, dass die ISS an Bord keine Möglichkeit besitzt, die Dopplerfrequenz zu korrigieren. Das muss auf der Erde geschehen.

Beim Zusammenbau der Antennen, Montage der Antennenanlage und der Verlegung der Antennen- und Steuerkabel zum Transceiver in die Aula haben die beteiligten Schüler tatkräftig angepackt und erste Erfahrungen sammeln können, dass im Amateurfunk körperliche Fitness und handwerkliches Können sehr hilfreich bei der Ausübung diese Hobbys sein kann. Auf die Hilfestellung durch die Schüler sollte nicht verzichtet werden, denn durch die gemeinsame Arbeit gibt es schnell weitere Fragestellungen über den Amateurfunk.

Eine weitere Anforderung beim Stationsaufbau ist, für den möglichen Ausfall einer Sendestation blitzschnell auf eine Backup-Station zurückgreifen zu können, denn diese Funkverbindung ist einmalig und nicht zu wiederholen. Sollte es dann noch einen Stromausfall geben, so steht für die Geräte eine unabhängige Stromversorgung in Form eines Akkus oder Generators zur Verfügung.

## Das Equipment

Das Equipment besteht aus zwei Transceivern TS-2000 mit je einer Leistung von 100 Watt PEP auf 2 m. Der Main-TRCV an einer 8-Element-Kreuzzyagi, einem SPID RAS-Elevationsrotor mit Steuergerät, einem Polarisationsfernumschalter (4-poliges Kabel 0,5 mm<sup>2</sup>). Der Sub-TRCV an einer Turnstile-Antenne. 2 × 50 m Koaxialkabel H 2010, Steuerleitung (Rotor 8-poliges Kabel 1–1,5 mm<sup>2</sup>), Netzteil 50 A, Akku 65 Ah. Für jeden TRCV ein Laptop mit Ham Radio Deluxe-Software.

Für die Audio- und Videoübertragung werden zwei Mischpulte, ein Mikrofon, PTT-Fußschalter, zwei Lautsprecher, Webcam und ein Internetanschluss benötigt.

Die Vernetzung ist im Schaltplan ersichtlich und selbsterklärend. Da die Nachführung der Richtantenne im Laufe des Durchgangs durch die hohe Geschwindigkeit der ISS zu langsam ist, braucht man die Umschaltung auf die zweite Antenne. In dem Moment, wo die Signale schwächer werden, kommt der zweite Transceiver mit der Turnstile zum Ein-



satz. Die Kontrolle und die Bedienung der Transceiver erfolgten aus einer Hand ohne jegliche Rücksprache. Jede verlorene Sekunde ist eine zu viel.

Beim Empfang der Signale werden wir mit einer weiteren Unwägbarkeit konfrontiert, dem Wechsel der Polarisations-ebenen. Der Polarisationsfernumschalter wurde manuell bedient. Schaltbare Polarisationsrichtungen sind: horizontal, vertikal, zirkular links, zirkular rechts. Entsprechend der S-Meter-Anzeige des Transceivers wird bei schwächer werdenden Signalen auf eine andere Polarisations-ebene umgeschaltet. Die Umschaltung von zirkular links auf zirkular rechts und umgekehrt brachte 3 S-Stufen mehr. Das Programm Ham Radio Deluxe besitzt alle Programmteile für die grafische Darstellung der Flugbahn, Auf- und Untergänge der ISS zum Ort des Betrachters, Steuerung des Transceivers über die CAT-Schnittstelle und des Elevationsrotors. Eine DDE-Schnittstelle ist vorhanden. Technische Fragen zu einer Verbindung mit der ISS beantwortet Klaus, DL1RSE gern unter [1]

## Pleiten, Pech und Pannen

Nun stellt sich die Frage, was die Probleme sind, die für Überraschung sorgen können. Was ist aus Sicht von Schule, DLR und Presse wichtig? Und was sollte noch bedacht werden? Schon Monate vorher sollten alle wesentlichen technischen Dinge geklärt und vorbereitet werden. Schiefgehen kann noch genug. Doch für alles lässt sich eine Lösung finden.

Wie man anhand der obigen Aufzählung der einzelnen Zeitrechnungen sieht, ist ein solches Projekt auf gar keinen Fall mal so eben durchgezogen, denn schon bei der Bewerbung der Schule kann einiges schiefgehen. Wenn hier, bei der Aufnahme, die Elevationen falsch angegeben werden. Hier sollte der Funkamateurl der Schule als erstes hilfreich unter die Arme greifen. Wie sieht es mit dem Zugang zum Dach aus? Gibt es eine möglichst kurze Strecke zur Aula/Sporthalle? Das Verlegen der Antennenkabel durch das

## Bildunterschrift

## Links

- [1] [www.ariss-eu.org/documents/ariss\\_school\\_contact/ARISS\\_ground\\_station\\_recommendation.pdf](http://www.ariss-eu.org/documents/ariss_school_contact/ARISS_ground_station_recommendation.pdf)
- [2] [www.lizard-tail.com/isana/tracking/](http://www.lizard-tail.com/isana/tracking/)
- [3] [www.isstracker.com](http://www.isstracker.com)
- [4] [dl1rse@darcd.de](mailto:dl1rse@darcd.de)



Treppenhaus der Schule ist meist eine suboptimale Lösung. Auch kann es Probleme beim Betreten des Daches geben, nicht zu vergessen sind die Sicherheitsvorkehrungen.

Für die Zeitfensterfestlegung ist natürlich eine Terminabsprache zwingend erforderlich. Nicht, dass ein anderes Projekt, wie zum Beispiel die HAM RADIO dazwischenkommt. Genauso bei der Priorisierung der Kontaktzeiten. Hier kann es schon mal zu starken Differenzen zwischen Schule und Funkamateure kommen. Denn es sollte nicht der zeitlich angenehmste Termin im Vordergrund stehen, sondern der, der zusätzlich eine gute Elevation bietet, damit die Schüler die beste Möglichkeit haben, alle ihre Fragen zu stellen und beantwortet zu bekommen. Dieses Argument zählt!

Der Wunsch des deutschen Astronauten Dr. Alexander Gerst, KF5ONO, ist, mit möglichst vielen Schülern an deutschen Schulen in Kontakt zu treten. Leider bleibt den Astronauten nicht viel Zeit für derartige Gespräche, denn die Experimente auf der ISS haben Vorrang. Deshalb die Nutzung des gleichen Überflugs vom WHG und SGH. Beim dritten Planungstreffen wies Georg, DL3YAT, auf die Wichtigkeit von schnellem Internet in der Aula hin, denn nur so kann der Aufbau einer Live-Schaltung (Video-Verbindung) hergestellt werden. So passierte es dann auch: In der Aula wurde eine Telefonbasisstation von der Stadt geliefert und in das Schultelefonnetz integriert, ein schneller Internetzugang ohne Beschränkungen wurde auf der Aulabühne freigeschaltet und der passende Router bereitgestellt. Trotzdem gab es noch drei Fehlversuche, bis die Videoverbindung einwandfrei lief und es stellte sich heraus, dass aus immer noch unbekannten Gründen das Festnetztelefon der Partnerschule nicht angerufen werden konnte. Erst am Tag danach stellten wir fest, dass wohl jemand am Router ein „Reset“ ausgeführt hatte und

der deshalb im komplizierten Schulnetz nicht mehr richtig konfiguriert war. Daraufhin wurde der Router von Mitarbeitern der Stadt Leverkusen wieder eingerichtet und mit Ausnahme der Generalprobe bis zum Event im Tresor eingeschlossen.

Es war vereinbart,

dass das WHG beim Funkkontakt die ISS rufen und dann mit ihren ersten fünf Fragen beginnen wird. Das SGH stellt seine Fragen im zweiten und vierten 5er-Block und verabschiedet die ISS. Während des Funkkontaktes stehen beide Schulen, über Video per Internet und Telefon miteinander in Verbindung. Dies alles muss geübt werden, denn jede Sekunde ist kostbar. Aber auch hier kann es Pannen geben. Die Fragen waren dann doch nicht in der richtigen Reihenfolge gestellt worden. Doch Alexander Gerst hat sie vortrefflich trotzdem beantwortet.

Doch was macht man, wenn Alexander Gerst die falschen Kontaktdaten gegeben werden? So wie es der Schule in Zwönitz und Kaiserslautern passiert ist? Auch dann, erst mal tief Luft holen und das Event vor Ort gut zu Ende bringen. Glücklicherweise ist hier ein Ersatztermin schnell vereinbart worden. Uns war es wichtig, kurz vor dem Überflug darauf hinzuweisen, dass doch bitte alle Handys/Smartphones aus- bzw. in den Flugmodus geschaltet werden. Das verhindert unliebsame Einstreuungen ins Audionetz.

Doch was ist der Schule/DLR wichtig bei dem Event? Dr. Frank Hill, unser Ansprechpartner und Lehrer am WHG, beschreibt es so: „Ein zentraler Gedanke war, möglichst viele interessierte Schüler und Eltern an einem Brainstorming sowie Planungsschritten für das ISS-Event zu beteiligen. Rückblickend war das die wesentliche Voraussetzung für die Vielfalt der Ideen und die große Motivation aller Beteiligten.“ So stellte sich beim Planungstreffen heraus, dass es dem DLR, vertreten durch Martin Fleischmann, ein großes Anliegen ist, dass der Funkkontakt zur ISS vor allem ein Event von Schülern für Schüler wird. Dr. Frank Hill beschreibt weiter: „Wichtig ist, auf möglichst vielen Gebieten Experten einzusetzen und auf ihre Vorschläge zu hören. Das gilt für die Erfahrung mit größeren (Aula-)Veranstaltungen, die Tontechnik, die Aula-Beleuchtung, Theaterdramaturgie, Musikstückauswahl und Videoaufnahmetechnik (von Lehrerseite).“

Es gibt aber auch geniale Expert(inn)en unter den Schülern: Das zentrale Anliegen ist auch für uns Funkamateure ein wichtiger Aspekt, denn in den Schülern liegt unsere Zukunft für den Verein. Die Einbeziehung der Schüler in den Aufbau der Antennenanlage, die stete Bereitschaft, ihre Fragen rund um den Amateurfunk und das gemeinsame Projekt zu beantworten bildet dazu eine gute Grundlage, genau wie das Angebot mal

einen Unterrichtsblock im Fach Physik zum Thema: „Theorie und Praxis der Funktechnik“ zu übernehmen.

Für die Medienvertreter ist es beim Eventtag natürlich wichtig, dass sie einen möglichst guten Mitschnitt der Fragen und Antworten erhält. Das haben wir über das Mischpult geregelt, wo wir NF-Ausgänge vorbereitet hatten. Bei Medienanstalten muss man zusätzlich beachten, dass deren Beitrag in der Regel sehr kurz gehalten wird. Ergo bietet es sich hier an, für die Bildaufzeichnung einzelne Banner des DARC e.V. werbewirksam in Szene zu setzen. Hier sollte bei Beteiligung vom DLR aber partnerschaftlich agiert werden! Zudem sollte man, auch wenn noch kein konkretes Datum im Raum steht, rechtzeitig an die Informierung der Presse denken. Nichts ist peinlicher, als ein Event zu haben und keiner weiß es! Ausschlaggebend für das große Medieninteresse war vor allem die professionelle Öffentlichkeitsarbeit und die Tatsache, dass wir deutschlandweit den ersten Funkkontakt mit Alexander Gerst auf seiner neuen Mission hatten.

### Was sollte noch bedacht werden?

Erstens: Die Nennung der Sponsoren, wenn es solche gegeben hat. Ganz wichtig: Nicht nur die Schüler proben, proben, proben, bis dass jeder Text vom Theaterstück für das Event sitzt, sondern auch wir sollten das immer wieder machen. Denn auch wenn das Nachführen der Antenne durch ein Programm erledigt wird, es gibt immer wieder Unwägbarkeiten, auf die man vorbereitet sein sollte. So wird man zusehends ruhiger und bleibt selbst dann gelassen, wenn sich kurz vor dem Überflug die Antenne nicht weiter mitdreht, weil sich das Kabel verhakt hat, das Notebook aussteigt und neu gestartet werden muss oder der Strom ausfällt. Und noch etwas, das sich für uns bewahrheitet hat:

### Nach dem ISS-Projekt ist vor dem ISS-Projekt

Nach dem erfolgreichen Kontakt am WHG zusammen mit dem SGH wurde die Station vom Technikteam des OV Leverkusen umgehend abgebaut und nur zwei Tage später in Bonn-Beul am Kardinal-Frings-Gymnasium erneut mit Helfern aus dem OV G20, G40 und G53 aufgebaut. Man könnte fast nach so vielen ISS-Kontakten, die wir schon bewerkstelligt haben, meinen, dass es süchtig macht. Probiert es selber mal aus!

Bildunterschrift

