



AMSAT P3-E_{XPRESS} Erstes AMSAT Phase 3-E Design/Experimenters Meeting

Peter Gülzow, DB2OS; Frank Sperber, DL6DBN

Im Oktober 2002 trafen sich mehr als 30 Experten aus zehn Ländern bei Arbeitstreffen der AMSAT-DL in Marburg, Deutschland. Am Ende wurden die ersten Designfestlegungen des nächsten Projektes AMSAT-Phase 3-E (P3-E) getroffen. Der Kommunikationssatellit für den Amateurfunkdienst soll in der 150-kg-Klasse liegen und seinen Vorgängern AO-10 (P3-B) und AO-13 (P3-C) ähnlich sein. Die Ziele sind analoge und digitale Funkmöglichkeiten mit einem Schwerpunkt zwischen 145 MHz und 2400 MHz. Experimentelle Modes für Wellenlängen im cm- und mm-Bereich wurden auch vorgeschlagen.

P3-E soll in den kommenden zwei bis drei Jahren fertiggestellt werden. Lesen Sie mehr über die Ergebnisse der Treffen im folgenden Bericht vom AMSAT-DL-Vorsitzenden Peter Gülzow, DB2OS.

Wie bereits im Juli 2002 berichtet, hatte der Vorstand der AMSAT-DL für die Entwicklung und den Bau der Raumfahrzeuge AMSAT-Phase 3-E (P3-E) und AMSAT-Phase 5-A (P5-A) offiziell grünes Licht gegeben. Der P3-E-Satellit ist für eine hochelliptische Umlaufbahn um die Erde als Kommunikations- und Forschungsplattform vorgesehen, vergleichbar mit den Satelliten AMSAT-OSCAR 13 und 40. Die zweite Mission unter dem Arbeitstitel P5-A hat einen Orbit um den Planeten Mars zum Ziel. Von dort sollen wissenschaftliche Daten sowohl von Experimenten an Bord von P5-A als auch, in einer Relaisfunktion des Satelliten, von Experimenten auf der Marsoberfläche oder aus seiner Atmosphäre zur Erde übermittelt werden.

Interplanetare Kommunikation mag derzeit vielleicht noch nach Science Fiction klingen, aber mit dem Vorstoß von Menschen zum Mars wird auch der Amateurfunk seinen Weg zum Mars nehmen. Das die notwendigen Technologien verfügbar bzw. mit AMSAT-Mitteln zu entwickeln sind, hat P5-A-Projektleiter Prof. Dr. Karl Meinzer, DJ4ZC, bereits in früheren Aufsätzen gezeigt. Funkamateure haben hier eine einmalige Gelegenheit daran teilzuhaben und auch den Stand der Technik im terrestrischen und ernen Funkbetrieb durch neue Übertragungsverfahren erheblich voranzubringen. Das nächste geeignete und erreichbare Start-



AMSAT P3-E_{XPRESS} First AMSAT Phase 3-E Design/Experimenters Meeting

Peter Gülzow, DB2OS; Frank Sperber, DL6DBN
 Translated by Georges Mathgen, LX1BB



Bild 1: Die Teilnehmer des P3-E-Meetings vor dem Tagungsort in Michelbach bei Marburg
 Fig 1: Participants of the P3-E-Meeting in front of the venue in Michelbach near Marburg
 (Photo: H. Straube, AMSAT-DL)

In October 2002, more than 30 experts from ten countries met in working groups at AMSAT-DL in Marburg, Germany. In the end, the first design criteria for the next project, AMSAT-Phase 3-E (P3-E), were settled. The amateur radio communication satellite should be in the 150-kg-class, very similar to its predecessors AO-10 (P3-B) and AO-13 (P3-C). The goals are to provide analogous and digital radio communication, essentially between 145 MHz and 2400 MHz. Experimental

modes for wavelengths in the cm and mm range were also proposed. Read more about the outcome of the meetings in the following report by AMSAT-DL-President Peter Guelzow, DB2OS.

As already reported in July 2002, the AMSAT-DL executives have officially approved development and construction of the AMSAT-Phase 3-E (P3-E) and AMSAT-Phase 5-A (P5-A) spacecrafts. The P3-E-satellite, comparable to AMSAT-OSCAR 10, 13 and 40, should be placed on a highly elliptical orbit around the Earth and serve as a communication and research platform. The goal of the second mission, called P5-A, is to place a spacecraft into an orbit around the planet Mars. From that orbit, scientific data from experiments onboard P5-A, but also, by using the satellite as a radio relay, data from experiments on the Martian surface or from its atmosphere, shall be sent to Earth.

For the time being, interplanetary communications may still sound like Science Fiction, but with the sending of people to Mars one day, amateur radio will also find its way to that planet. The necessary technologies are already available or can be developed with AMSAT-skills, as the P5-A project leader, Professor Dr. Karl Meinzer, DJ4ZC, pointed out in previous articles. Radio amateurs have a unique opportunity to participate in that venture and to substantially advance the state of the art in terrestrial and near Earth radio communications by implementing new transmission technologies. The nearest suitable and attainable launch window to Mars is in 2007. Approximately two to three

fenster zum Mars ist im Jahre 2007. Etwa zwei bis drei Jahre vorher soll der P3-E-Satellit im Erdorbit sein, damit die Ergebnisse und Erfahrungen für den Bau und Betrieb von P5-A genutzt werden können. Damit P3-E möglichst schnell realisiert werden kann, fanden im Oktober 2002 gleich mehrere Arbeitstreffen bei der AMSAT-DL in Marburg statt.

IHU-3, das Gehirn von P3-E

Zunächst fand ein dreitägiges IHU-3-Meeting statt, um einen neuen Bordrechner für P3-E, P5-A und zukünftige Raumfahrtanwendungen zu entwickeln. Zu diesem Meeting hatte Karl Meinzer, DJ4ZC, eingeladen. Hintergrund des Meetings ist die Tatsache, dass der bisher verwendete Prozessor nicht mehr die erforderliche Rechenleistung zukünftiger Mission bietet. Es ging also darum, einen zuverlässigen Nachfolger zu finden, der die Fähigkeit bietet, P3-E und künftige Satelliten sicher zu managen. Dazu gehört Telemetrie- und Kommandobetrieb auch unter ungünstigen Bedingungen.

Es wurde u. a. festgelegt, dass die neue IHU (Integrated House Keeping Unit = Bordrechner) mindestens 1 Millionen Instruktionen pro Sekunde an Rechenleistung zur Verfügung stellen sollte, um auch komplizierte Kodierungsverfahren für die Datenübertragung einsetzen zu können. Das bisherige 400 Bit/s BPSK-Datenformat der P3-Satelliten soll durch mehrere Betriebsarten ersetzt werden, wobei die Daten per Viterbi und Reed-Solomon bzw. Turbo-codes kodiert werden. Dies erhöht für P3-E die Datensicherheit bei ungünstigen Fluglagen oder Fading durch Spinmodulation.

Der bisher verwendete Kabelbaum soll durch einen seriellen 800 kBit/s CAN-Bus ersetzt werden. Damit reduziert sich der Verdrahtungsaufwand im Satelliten erheblich, gleichzeitig werden die Module in der Bau- und Integrationsphase wesentlich besser wartbar. Der CAN-Bus wurde auf P3-D (AO-40) bereits erfolgreich in mehreren Modulen eingesetzt, und es sprechen viele Argumente dafür, nun komplett auf den Kabelbaum zu verzichten. Aufgrund der Multimaster- und Multidropfähigkeit ist der CAN-Bus ideal für verteilte Intelligenz und damit auch z. B. für eine zweite, redundante IHU geeignet.

In der weiteren Diskussion ging es darum, welchen Prozessor man für die neue IHU-3 einsetzen sollte. Der in der IHU-2 erfolgreich eingesetzte StrongARM wird leider nicht mehr in der notwendigen Form gefertigt. Als Alternative gibt es Prozessoren mit einem

years before, the P3-E-satellite should be placed in an Earth orbit, so that results and experiences can flow into the construction and operation of the P5-A satellite. To allow P3-E to be built as quickly as possible, several workshops were held by AMSAT-DL in Marburg in October 2002.

IHU-3, the brain of P3-E

Upon an invitation from Karl Meinzer, DJ4ZC, a three-day IHU-3 meeting took place first, with the objective to develop a new onboard computer for P3-E, P5-A and future space missions. Background of the IHU-3 meeting is the fact that the processor used until now does not have the necessary computing power required for future missions. The objective therefore was to find a reliable successor, capable of securely managing P3-E as well as future satellites. This implies telemetry and command operations, even under most unfavourable conditions.

It was decided that the new IHU (Integrated House Keeping Unit) should perform at least 1 million instructions per second in order to allow complicated coding techniques to be used for data transfer. The now prevailing 400 Bit/s BPSK data format of the P3-Satellites should be replaced by several operating modes, with the data being coded by Viterbi and Reed-Solomon or Turbo codes. This increases data security for P3-E at unfavourable satellite orientations or fading by spin modulation.

The cable harness used until now should be replaced by a serial 800 kBit/s CAN-Bus. The wiring complexity in the satellite will be considerably reduced and maintenance on the modules will be easier during the construction and integration phases. The CAN-Bus was already implemented successfully in several modules on P3-D (AO-40) and there are many arguments for giving up the cable harness completely. Because of the multimaster and multidrop capability, the CAN-Bus is ideal for divided intelligence and would also allow a second, redundant IHU.

The discussion then concentrated on which processor would be best for the new IHU-3. Unfortunately, the StrongARM, successfully flown on the IHU-2 is not manufactured anymore in the required form. As an alternative, there are processors with an ARM7TDMI-core. Positive experiences have been achieved with

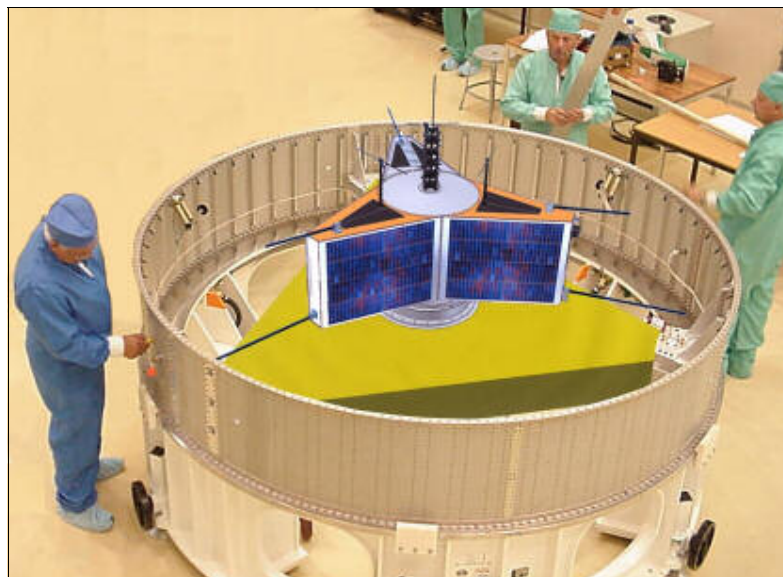


Bild 2: Photomontage von P3-Express im SBS
 Fig 2: Simulation of P3-Express in the SBS
 (Photo: W. Gladisch, AMSAT-DL)

ARM7TDMI-Kern. Hierzu liegen bereits positive Erfahrungen vor, entsprechende Entwicklungswerkzeuge sind vorhanden und IPS, als Betriebssoftware, ist implementiert. Eine Unbekannte ist jedoch noch die Strahlungsfestigkeit, die kurzfristig untersucht werden soll. Als weitere mögliche CPU wurde der RTX-2010RH von Intersil in Betracht gezogen. Auch hierauf ist IPS portiert und der Vorgängerprozessor RTX-2000 wurde auf AO-21 erfolgreich mit RUDAK-II geflogen. Es wären sogar strahlungsfeste Versionen verfügbar. Der Prozessor allerdings für 2003 abgekündigt, also hätte diese CPU keine langfristige Zukunft mehr.

these, development tools readily exist and the IPS operating software is implemented. However, radiation resistance remains unknown and should be investigated quickly. Another possible CPU, the RTX-2010RH from Intersil was also taken into consideration. Here again, IPS is completely implemented and its predecessor, the RTX-2000 was successfully flown on AO-21 with RUDAK-II. Radiation-proof versions would even be available. Unfortunately, this processor has already been announced for a last shipment in 2003, so that this CPU would not have any long term future.

Um diesem Dilemma aus dem Wege zu gehen, wurde vor einiger Zeit mit dem Entwurf einer eigenen "AMSAT-CPU", dem sogenannten Am1601-Prozessor, begonnen. Dieser Prozessor würde in einem strahlungsfesten FPGA-Baustein realisiert. Er wäre optimiert für IPS. Für diese CPU existiert derzeit bereits ein Simulator. Vermutlich wird es aber noch ein paar Jahre dauern bis alle möglichen Fehlerquellen dieser zukünftigen CPU ausgeschaltet sind.



*Bild 3: Expertenrunde vor der Flugstruktur von P3-E
Fig 3: The experts around the flight structure of P3-E*

(Photo: M. Vidmar, AMSAT-DL)

Der erste Prototyp der neuen IHU-3 soll daher alle drei CPU-Typen unterstützen. Als Minimum sind 128 kBytes EDAC-RAM vorgesehen. Da es sich bei der IHU-2 in P3-D (AO-40) sehr bewährt hat, ist auch ein Flash-Speicher zum schnellen Booten eines IPS-Abbildes vorgesehen. Bei einer Datenübertragung von beispielsweise 5 Bit/s und Verzögerungszeit von 40 Minuten bis zum Mars, wäre ein Neuladen der kompletten Software über die Funkstrecke von P5-A nur im äußersten Notfall denkbar. Und auch der Bordrechner von P3-E wäre im Notfall durch das Flash schnell zu starten. 8 Megabyte Massenspeicher sind zum Speichern von Bildern und anderen größeren Datenmengen vorgesehen.

P3-E - let's go

Nach dem IHU-3 Meeting ging es mit dem "AMSAT Phase3-E Design/Experimenters Meeting" weiter, zu dem der Vorstand der AMSAT-DL eingeladen hatte. P3-E ist primär als Nachfolger von P3-D (AO-40) aber auch als Testplattform für die P5-A Mars-Mission geplant. Wichtigstes Ziel ist daher die Realisierung innerhalb von zwei bis drei Jahren, damit die Ergebnisse für P5-A verwertbar sind. Durch den knappen Zeitrahmen erhielt P3-E den Namenszusatz "P3-Express". Der zweite Vorsitzende der AMSAT-DL Frank Sperber, DL6DBN, zeigte den in einer Umfrage ermittelten Bedarf seitens der Benutzer auf. Danach sollte P3-E den Erfolg des S-Band-Transponders auf AO-40 fortsetzen, aber auch wieder einen Mode-B-Transponder

To avoid this dilemma, a proprietary "AMSAT-CPU" development, called the Am1601 processor, has been started some time ago. This processor will be realized in a radiation-proof FPGA chip. It would be optimized for IPS. A simulator already exists for that CPU. However, it will presumably last a few more years before all possible error sources of that future CPU can be eliminated.

The first prototype of the new IHU-3 should therefore support all three CPU types. A minimum of 128 kByte EDAC-RAM has been foreseen. Following the positive experience with IHU-2 on P3-D (AO-40), a flash memory for a rapid boot of an IPS dump should be included. At a data transfer rate of 5 Bit/s and a delay time of 40 minutes to Mars, a complete reload of the software over the radio path of P5-A would only be thinkable in an extreme emergency situation. With a flash memory, the onboard computer of P3-E could be started quickly in case of an emergency. 8 megabytes of mass storage are planned to store pictures and other high volume data.

P3-E - let's go

The IHU-3 Meeting was followed by the "AMSAT Phase 3-E Design/Experimenters Meeting", to which the AMSAT-DL board had invited. P3-E is planned as a successor of P3-D (AO-40) but also as a test platform for the P5-A Mars mission. The most important goal therefore is to get it into orbit within two to three years so that the results can flow into the P5-A design. Because of the limited timeframe, P3-E got the nickname "P3-Express". The Vice-President of AMSAT-DL, Frank Sperber, DL6DBN, explained the expectations of the users as a result of a survey. The conclusion is that P3-E should reiterate the success of the AO-40 S-Band-Transponder, but also offer again a Mode B transponder with a 2 m downlink. The final el-

mit 2-m-Downlink bieten. Zielorbit sollte eine möglichst hohe Inklination der elliptischen Umlaufbahn bei etwa 64° sein, die dann bei einem erdfernen Punkt von 36.000 km nahezu die gesamte Nordhalbkugel abdeckt, wie es bei AO-13 bereits realisiert wurde. Um diesen Orbit zu erreichen ist auch diesmal ein eigenes Triebwerk im Satelliten nötig.

In der zur Verfügung stehenden Bauzeit für P3-E ist es nicht möglich, eine neue Struktur zu entwickeln und zu bauen. Nach längerer Abwägung möglicher Konfigurationen wurde entschieden, eine bereits vorhandene, flugfähige Struktur in der Form von AO-10 und AO-13 einzusetzen. Neben der schnellen Verfügbarkeit bietet diese Struktur weitere Vorteile. Sie ist durch die früheren Starts erfolgreich qualifiziert und würde in den, von der AMSAT entwickelten, SBS-Ring passen. Damit wäre ein Start ähnlich P3-D auf der ARIANE 5 möglich. Die Entwicklungsarbeiten für einen notwendigen Adaptertisch zur Aufnahme des Satelliten im SBS wurden bereits aufgenommen.

Im weiteren Verlauf des Meetings wurden die möglichen Transpondernutzlasten und Antennenkonfigurationen besprochen, deren Auswahl auch auf der Mitgliederumfrage basiert. Die derzeitige Planung sieht Downlinks auf 2 m und 13 cm vor. Uplinks sind auf 70

cm vor. Uplinks sind auf 70

lptical orbit should have a high inclination of approximately 64° , which would cover the entire northern hemisphere at a distance from earth of 36.000 km, as it was already realized with AO-13. To reach such an orbit, a rocket engine in the satellite will be necessary again.

Due to the limited construction time available for P3-E, it is impossible to design and build a new satellite structure. After long discussions about possible configurations, it was decided to use an already existing, flight tested structure of the same shape as those from AO-10 and AO-13. Besides its quick availability, that structure offers additional advantages. It has been successfully qualified by former launches and would fit into the SBS-Ring developed by AMSAT. Therefore, a launch on an Ariane 5 rocket, just like the P3-D launch, would be possible. The development work for a necessary adapter table to fix the satellite in the SBS has already started.

Various possible transponder payloads and antenna configurations were discussed by taking the results of a survey among AMSAT-DL's members into account. For the time being, the plan is to implement 2 m plus 13 cm downlinks and 70 cm plus 23 cm uplinks. A desirable, additional 70 cm downlink may be imple-

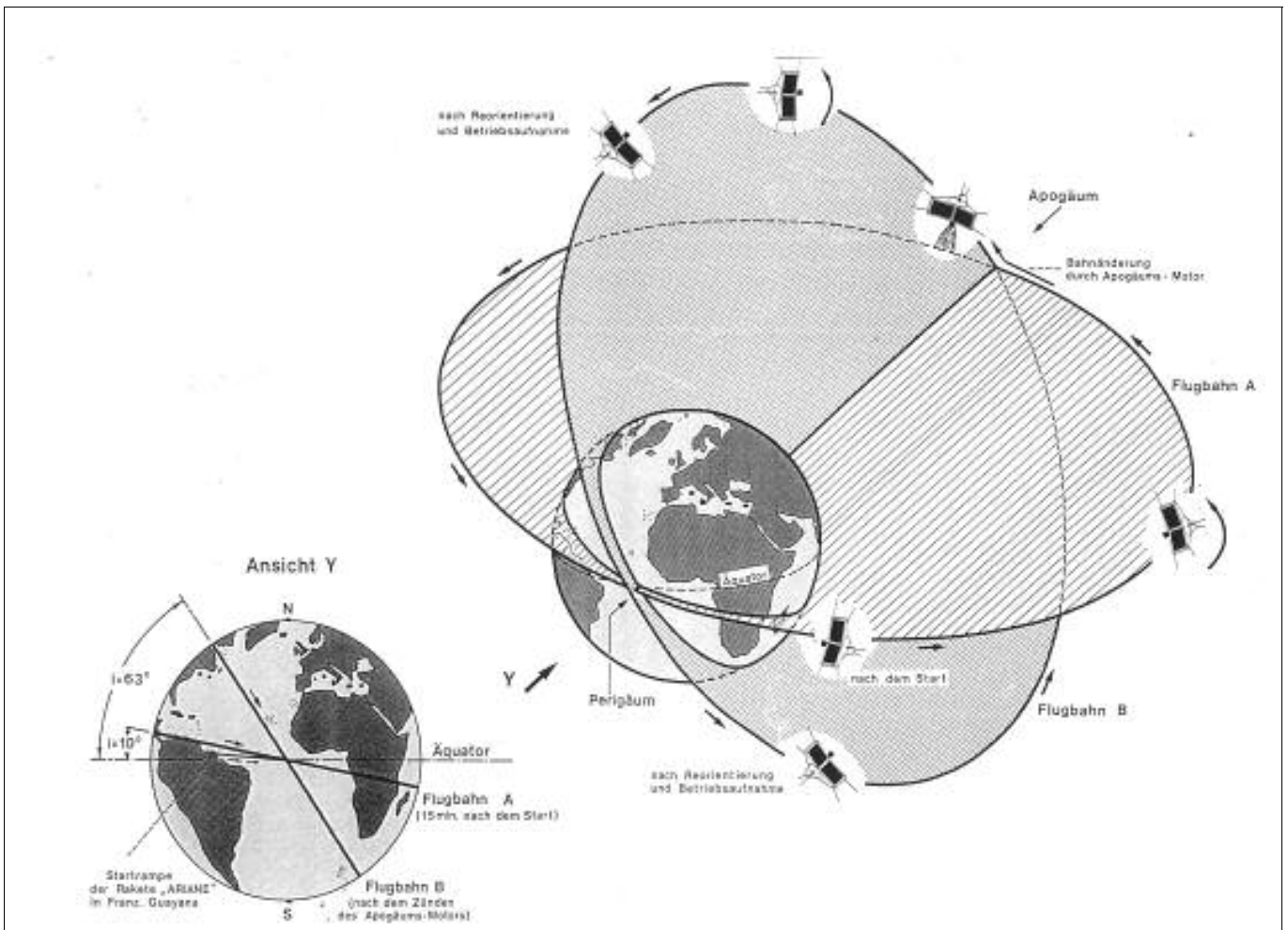


Bild 4: In mehreren Schritten soll P3-E seinen Orbit mit hoher Inklination erreichen. Ein eigenes Triebwerk liefert den Schub für die Anhebung von Perigäum und Inklination.

Fig 4: P3-E should reach its high inclination orbit in several steps. An onboard engine delivers the thrust for the increase of perigee and inclination.

(Drawing: W. Gladisch, AMSAT-DL)

cm und 23 cm vorgesehen. Sollte es sich im weiteren Entwicklungsverlauf als realisierbar erweisen, so ist auch ein zusätzlicher 70-cm-Downlink wünschenswert. Weiterhin ist an einen Downlink auf 10 GHz gedacht, z. B. als Teil eines P5-A-Testtransponders. Damit stünde dann auch ein Uplink-Empfänger auf 2,4 GHz zur Verfügung. Für die Lineartransponder wurde eine Bandbreite von etwa 100 kHz festgelegt. Die Ausgangsleistung der Hochleistungssender soll maximal 50 Watt PEP betragen. Es ist zu erwarten, dass der S-Band-Downlink mindestens so gut zu empfangen sein wird wie bei P3-D (AO-40). Die Signale auf 2 m und eventuell 70 cm dürften in etwa denen von AO-13 bzw. AO-10 entsprechen. Vorhandene Bodenanlagen können also weiterbenutzt werden, wodurch eine Kontinuität bei den Investitionen auch für die Benutzer gegeben ist. Die Möglichkeit weiterer experimenteller Sender und Empfänger (z. B. 5,6, 24, 47 oder 76 GHz) hängt vom verbleibenden Volumen im Satelliten ab.

Ein sogenannter kohärenter P5-A-Testtransponder soll die Links zum Mars simulieren. Der Downlink erfolgt bei 10,45 GHz, wobei der Linkunterschied P3-E zu P5-A im Mars-Orbit etwa 80 dB beträgt. Bei P3-E mit nur 5 - 10 mW Leistung in eine Antenne ohne Gewinn, könnte daher noch Highspeed-Datenverkehr simuliert werden. Beim Uplink in der Nähe von 2,45 GHz beträgt der Unterschied zwischen P3-E und P5-A knapp 70 dB. Mit P3-E wären am Boden somit nur sehr geringe Sendeleistung erforderlich, allerdings nur bei niedrigen Datenraten.

Von der Entwicklergruppe der IHU-3 wurde der Vorschlag eines neuen RUDAK-Moduls unterbreitet. Die AMSAT-DL-Mitgliederumfrage spricht sich in der Mehrheit zwar gegen mailboxartigen Betrieb à la PACSAT aus, aber besondere Betriebsarten wie z. B. PSK31 und ähnliche wurden sehr positiv bewertet. RUDAK auf P3-E könnte die Erfahrungen hinsichtlich des DSPs von AO-40 fortsetzen. RUDAK könnte z. B. auch benutzt werden, um unabhängig von der IHU Kamerabilder zur Erde zu senden. Neue Entwicklungen im Bereich CMOS/APS-Kameras mit Auflösungen von bis zu 1024 x 1024 Pixeln und einem hohen Dynamikumfang stehen derzeit zur Auswahl. Es wurde beschlossen, dass mindestens zwei Kameras bei P3-Express fliegen sollten. Eine Kamera in Antennenrichtung, um im Apogäum Bilder von der Erde zu liefern und eine Kamera die in einen Seitenarm rechtwinkelig zur Spinachse eingebaut wird. Diese Kamera könnte ein 1-dimensionaler Zeilensensor sein, wobei die Eigenrotation des Satelliten die zweite Dimension liefert. Damit könnten z. B. beim Vorbeiflug an der Erde hochauflösende Bilder erzeugt werden, gleichzeitig könnte diese Kamera auch als Erdsensor

mented if its feasibility is proved at a later development stage. A 10 GHz downlink may also be possible, for instance as part of a P5-A test transponder. In that case, a 2.4 GHz uplink receiver would also be available. Concerning the linear transponders, a bandwidth around 100 kHz was chosen. The output power of the high-performance transmitters should not exceed 50 watts PEP. It is expected that the S-Band-Downlink reception will be at least equivalent or better to that of P3-D (AO-40). The signal quality on 2 m and possibly 70 cm should be similar to those of AO-13 and AO-10. Existing ground equipment can therefore remain in use so that users are assured of a continuity in their investments. The implementation of additional transmitters and receivers like 5,6, 24, 47 or 76 GHz depends on the remaining volume in the satellite.



A so-called coherent P5-A test transponder will simulate the links to Mars. The downlink will be near 10.45 GHz with the link difference between P3-E and P5-A in a Mars orbit amounts to about 80 dB. As P3-E operates at 5-10mW into an antenna with no gain, a high speed data exchange could also be simulated. At an uplink frequency near 2.45 GHz, the difference between P3-E and P5-A amounts to barely 70 dB. With P3-E, very low transmitting power would be necessary for ground stations, however only at low data rates.

Bild 5: Die Arbeitsliste am Ende des Meetings
 Fig 5: The task list at the end of the meeting
 (Photo: AMSAT-DL)

The IHU-3 developers group presented a proposal for a new RUDAK module. The AMSAT-DL survey clearly indicates that a majority of its members reject a PACSAT like mailbox operation while special digital modes like PSK-31 were positively rated. RUDAK on P3-E could continue the DSP experiences of AO-40. RUDAK could also be used to send camera pictures to the earth, independently from the IHU. New developments in CMOS/APS cameras with resolutions up to 1024 x 1024 pixels and high dynamic range are readily available. It was decided that at least two cameras should fly on P3-Express. One camera looking in the antenna direction to deliver pictures of the Earth at apogee, the second one mounted in a side arm, perpendicular to the spin axis. The latter could be a 1-dimensional line sensor, while the self-rotation of the satellite would deliver the second dimension. That way, high resolution pictures could be taken during

fungieren. Möglicherweise könnte noch eine dritte Kamera auf der Motor-Seite zum Einsatz kommen, die bei der Abtrennung von der Rakete und im Perigäum Bilder liefern kann.

Nach der Erörterung weiterer technischer Details konnte die Liste der notwendigen Arbeiten nahezu vollständig mit ausführenden Entwicklern abgedeckt werden. Die ersten Arbeiten an Modulen und der Satellitenstruktur haben bereits begonnen. In naher Zukunft soll ein gesondertes Treffen der HF-Gruppe die Details der Transponder und Antennenkonfigurationen festlegen.

Weitere Informationen zu P3-E bietet die AMSAT-DL im Internet unter: www.amsat-dl.org/p3e

Ein Presse-Kit mit Rohtexten und Bildern kann unter www.amsat-dl.org/p3e/press-kit-021120.zip bezogen werden.

earth fly-by and this camera could also function as an Earth sensor. Possibly, a third camera could be put on the engine side of the satellite to deliver pictures during the separation sequence and at perigee.

After discussion of further technical details, the list of necessary tasks was almost covered completely with the executing developers. The work on modules and the satellite structure has already begun. In the near future, a separate meeting of the HF group should fix the details of the transponder and antenna configurations.

Further information about P3-E can be found on the internet under www.amsat-dl.org/p3e

A Presse-Kit with unformatted text and images can be obtained at www.amsat-dl.org/p3e/press-kit-021120.zip

AMSAT Phase 3-E_{XPRESS} Overview

Project name:	P3-E (OSCAR-number after successful launch)
To be finished:	until end of 2004 Launch by end of 2004 to mid 2005
Structure:	similar to AO-10/13, star shape with three wings Approx. 130 cm diameter, 45 cm height (without antennas and engine) 150 kg class
Orbit:	highly-elliptical Perigee between 500 and 2500 km Apogee approx. 36000 km Inclination approx. 63° Argument of Perigee 225° - 315°
Payloads:	Receivers for 435 and 1260 MHz Perhaps 145 MHz, 2.4 and 5.6 GHz too Transmitters for 145 MHz and 2400 MHz Perhaps 435 MHz and 10.45 GHz too Transmitter power up to 50 W PEP Linear transponder with 100 kHz passband LEILA Perhaps RUDAK for digital and high-speed modes Coherent transponder 2.4 to 10.45 GHz Main Beacon 5 Bit/s and 200 Bit/s (FEC-coded) 2 to 3 cameras Perhaps additional experiments (e.g. mm-beacon)
Project team:	international under AMSAT-DL leadership

Die **AMSAT-DL** ist ein Zusammenschluss von Wissenschaftlern, Ingenieuren, Technikern und Funkamateuren, die auf überwiegend ehrenamtlicher Basis Kommunikations- und Forschungssatelliten bauen und betreiben. Weitere nationale AMSAT-Organisationen gibt es über die ganze Erde verteilt. Die AMSAT-DL war seit ihrer Gründung 1973 an neun Satellitenprojekten beteiligt, davon sechs als Projektleitung.

AMSAT-DL is an organization of scientists, engineers, technicians and radio amateurs, who build, maintain and use communication and scientific satellites on a volunteers non-profit basis. There are national AMSAT-organizations spread all over the Earth. Since its foundation in 1973 AMSAT-DL joined nine satellite projects, in six of them acting as project leader.