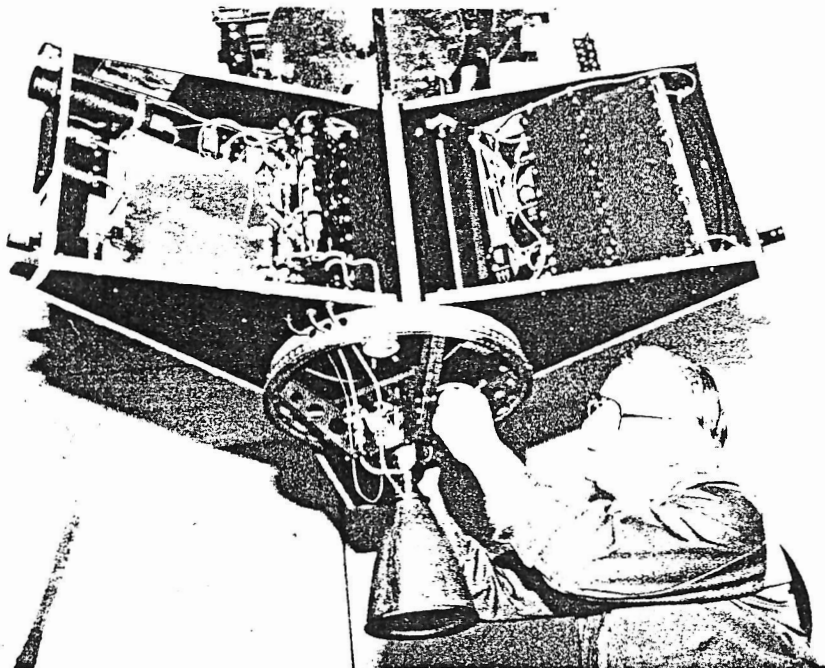


# „DL-SAT P3-C“ zum Start bereit

Werner Haas, DJ5KQ, Holderstrauch 10, D-3550 Marburg 1 (AMSAT-DL)



Spin-Balance-Test von DL-SAT P3-C, letzter Test vor dem Start. K. Müller (AMSAT-DL) bei der Durchführung dieser Arbeit in Marburg.

## Die Startphase

Nach vielen Startverschiebungen soll nun in Kürze der neue AMSAT-Amateurfunksatellit „P3-C“ gestartet werden.

Nach dem erfolgreichen Start wird er traditionsgemäß den Namen „OSCAR-13“ erhalten (Orbital Satellite Carrying Amateur Radio, lfd. Nr. 13) (Abb. 1). In dem nachfolgenden Artikel soll eine Zusammenfassung früherer Beschreibungen gegeben werden, die den Betrieb über den Satelliten erleichtern.

AMSAT „P3-C“ ist eine technisch verbesserte Version des erfolgreichen „OSCAR-10“-Satelliten. Er wird mit einer Ariane IV vom Weltraumbahnhof Kourou in Französisch-Guyana gestartet (Abb. 2 und 3).

Ariane IV ist eine Neuentwicklung. Sie kann eine Nutzlast von 4 Tonnen in die Umlaufbahn bringen. Sie ist etwa 11 m höher (58,5 m) als die Ariane II (47,4 m) und hat vier zusätzliche Triebwerke außen an der ersten Stufe. Gleichzeitig werden mit „P3-C“ noch zwei weitere Nutzlasten gestartet, und zwar ein weiterer Wettersatellit der Serie Meteosat sowie ein Nachrichtensatellit mit Namen Pamsat.

AMSAT „P3-C“ ist ein spinstabilisierter Satellit, der mittels eines eingebauten, elektrisch steuerbaren Magnetsystems seine Lage im Weltall verändern kann (Abb. 4 bis 6). Dieses wird durch den eingebauten Bordcomputer gesteuert. Die dafür erforderlichen Navigationsdaten liefern zwei Sonnensensoren, ein Erdsensor sowie zwei weitere Senso-

ren für oben und unten. Diese Daten werden nach der Verarbeitung im Sensor-Elektronik-Modul an den Bordcomputer weitergegeben.

An dieser Stelle sollte darauf hingewiesen werden, daß der Bordcomputer völlig autonom den Satelliten steuert. Ein Eingreifen der Bodenstation ist nur in besonderen Fällen erforderlich.

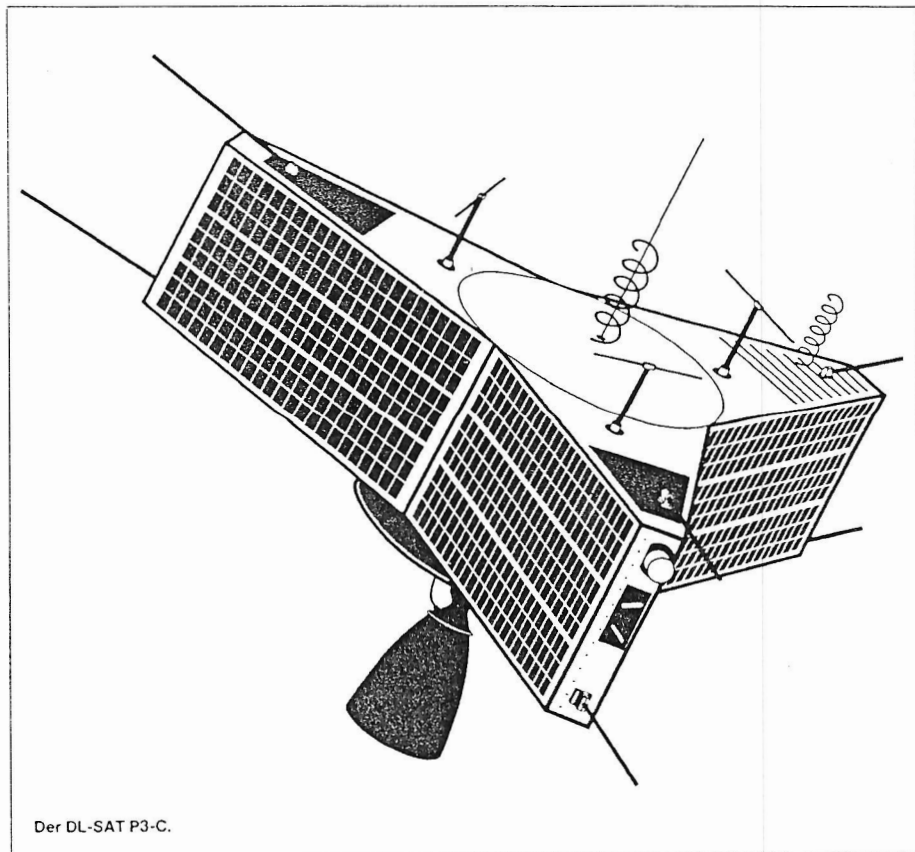
Nach der Trennung von der Trägerrakete (Abb. 7) beschreibt „P3-C“ eine elliptische Umlaufbahn (Abb. 8) mit einem Apogäum (erdfernster Punkt) von 36290 km und einem Perigäum (erdnächster Punkt) von 219,9 km.

Die Inklination (Bahnneigung zum Äquator) beträgt  $10^\circ$ .

Da diese Umlaufbahn nicht stabil ist und eine Änderung der Inklination auf ca.  $57^\circ$  nötig ist, wird nach einer Orientierungsphase mittels des 400-Newton-Raketentriebwerks die Umlaufbahn auf die gewünschten Werte geändert. Das Apogäum bleibt unverändert. Das Perigäum wird auf 1500 km angehoben, und die Inklination beträgt dann ca.  $57^\circ$ . Die Umlaufzeit wird ca. 11 Stunden betragen. Abb. 9 zeigt die Erde aus Satellitensicht im Apogäum.

Für die Manöver des Satelliten werden 45 bis 60 Tage benötigt, so daß frühestens einhalb bis zwei Monate nach dem Start eine Freigabe des allgemeinen Funkbetriebs erfolgen wird.

Beachten Sie bitte die allgemeine Bake des Satelliten im Mode B (145,812 MHz). Diese wird bereits drei Stunden nach der Trennung Telemetriewerte in 400 bit/s abstrahlen. Zeitweilig können die Telemetriewerte auch in CW oder RTTY abgestrahlt werden.



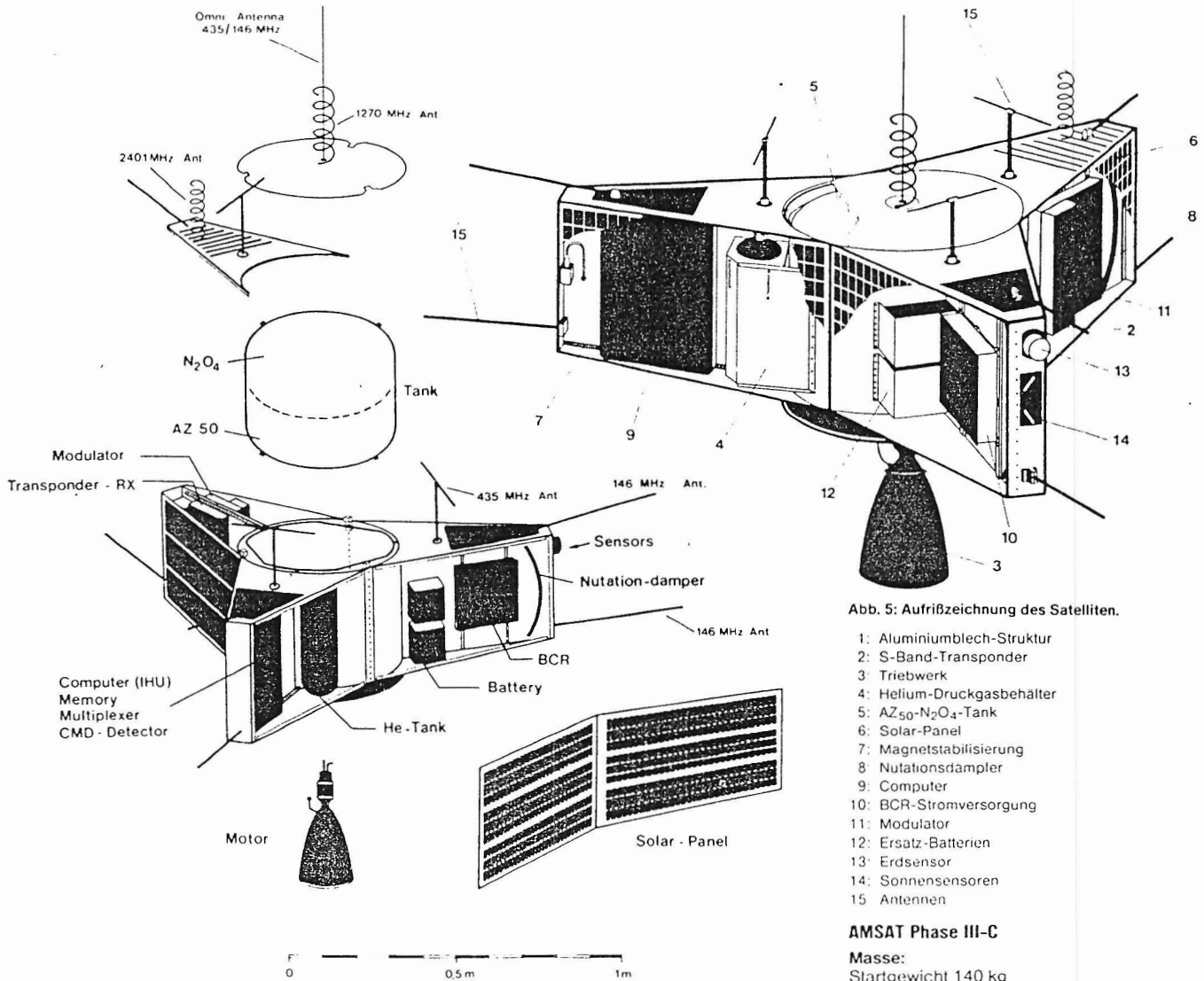


Abb. 6: Einzelteile des Satelliten.

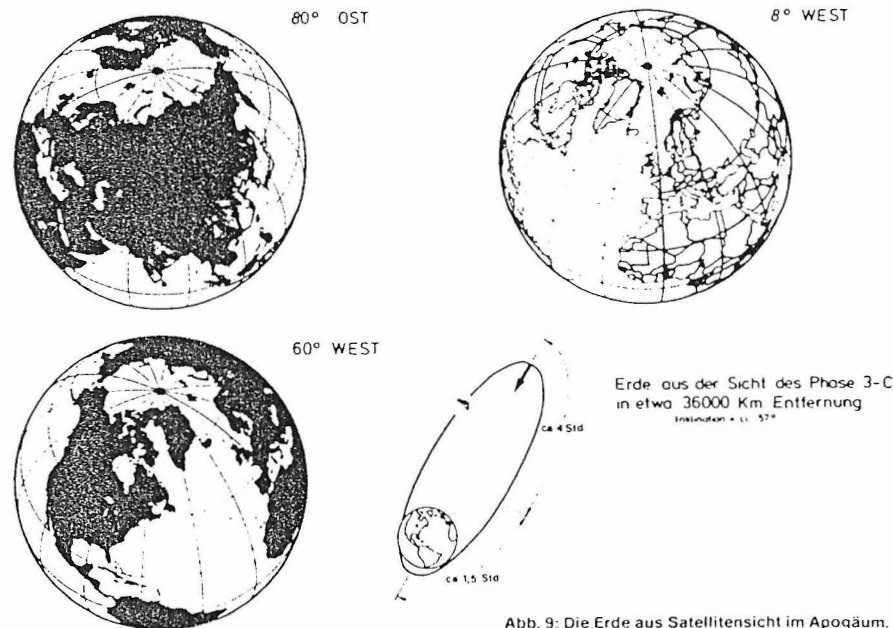


Abb. 9: Die Erde aus Satellitensicht im Apogäum.

Abb. 5: Aufrißzeichnung des Satelliten.

- 1: Aluminiumblech-Struktur
- 2: S-Band-Transponder
- 3: Triebwerk
- 4: Helium-Druckgasbehälter
- 5: AZ<sub>50</sub>-N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-Tank
- 6: Solar-Panel
- 7: Magnetstabilisierung
- 8: Nutationsdämpfer
- 9: Computer
- 10: BCR-Stromversorgung
- 11: Modulator
- 12: Ersatz-Batterien
- 13: Erdsensor
- 14: Sonnensensoren
- 15: Antennen

#### AMSAT Phase III-C

##### Masse:

Startgewicht 140 kg  
Gewicht in der Umlaufbahn 90 kg

##### Dimensionen:

Höhe mit Antennen 1,35 m (0.47)  
Breite mit Antennen 2,00 m (1.26)

##### Antennen am Satelliten:

70-cm-Richtantenne = 10 dBic (zirkular rechtsdrehend)  
2-m-Richtantenne = 6 dBic (zirkular rechtsdrehend)  
Rundstrahlantenne 70 cm + 2 m = -2dBi  
Helixantenne 23 cm = 11 dBic (zirkular rechtsdrehend)  
Helixantenne 13 cm = 12 dBic (zirkular rechtsdrehend)

##### Solargenerator:

Anfangsleistung 40 W  
nach drei Jahren im Orbit 25 W

##### Lebensdauer:

6 Jahre

##### Start:

Rakete: Ariane IV; V-22  
Startplatz: C. S. G. Kourou  
Termin: Juni 1988

##### Orbit

nach Start: Apogäum 36290,3 km  
Perigäum 219,94 km  
Inklination 9,999°  
nach Bahnkorrektur:  
Apogäum 36290,3 km  
Perigäum 1500 km  
Inklination ca. 57°  
Umlaufbahn ca. 11 Std.  
Stabilisation: spinstabilisiert

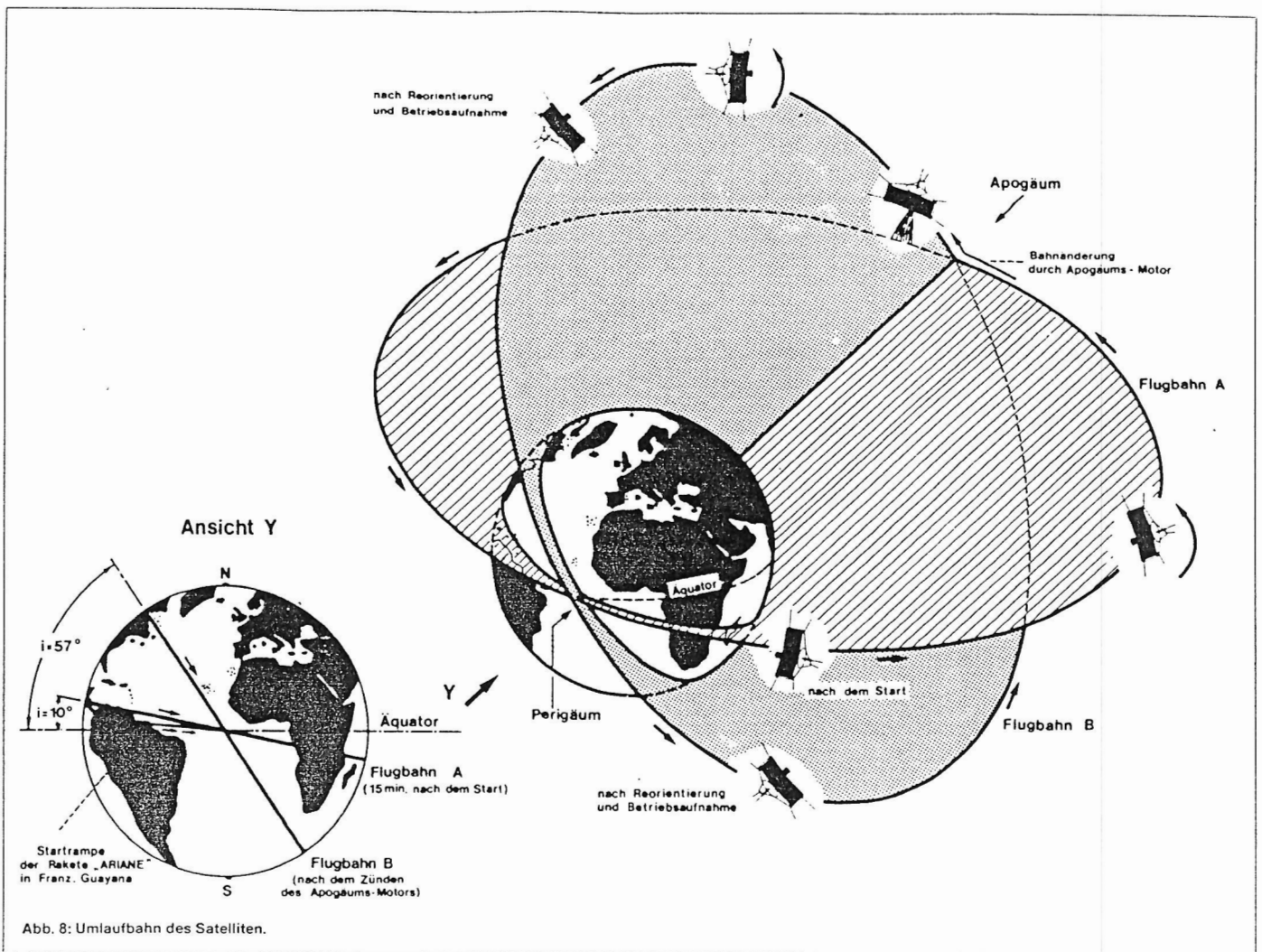


Abb. 8: Umlaufbahn des Satelliten.

### Die Nutzlasten des „P3-C“-Satelliten

Der „P3-C“-Satellit verfügt über drei Transponder sowie über ein digitales Kommunikationsexperiment (RUDAK).

#### Der U-Transponder (Mode B)

Der U-Transponder ist ein Linearumsetzer mit einer Bandbreite von 150 kHz. Seine Ansprechfrequenz ist 435,420 MHz bis 435,570 MHz. Die Rücksendung des Satelliten erfolgt auf 145,825 MHz bis 145,975 MHz. Es erfolgt eine Invertierung des Seitenbandes.

Außerdem enthält der U-Transponder eine allgemeine Bake (GB) auf 145,812 MHz. Diese Bake dient zur Information der Benutzer und sendet nach einem noch zu veröffentlichenden Schema in 400 bit/s, CW oder RTTY. Eine zweite Bake (EB = Sonderbake) auf 145,985 MHz sendet nur mit 400 bit/s und ist hauptsächlich für die Kommandostation bestimmt.

Die maximale Ausgangsleistung des Transponders beträgt 50 Watt PEP. Der Transponder braucht für die Strecke zum Satelliten (70 cm) 21,5 dBW EIRP für 20 dB Rauschabstand des zurückgehörten Signals. Dieses entspricht einer Sendeleistung am Boden von 10 Watt in eine 12-dBiC-Antenne.

Zum Empfang (2 m) sollte eine Antenne mit mehr als 10 dBiC verwendet werden.

Alle Antennengewinnangaben beziehen sich auf rechtsdrehend zirkular polarisierte Antennen. Bei linear polarisierten Antennen sind 3 dB Gewinn mehr erforderlich.

Bei einer Rauschzahl des Empfängers von 5 dB und einer Bandbreite von 2,4 kHz sollte die EB-Bake mindestens 17 dB Rauschabstand liefern. Wenn die Sendeleistung von 100 bis 500 Watt EIRP nicht ausreicht, um sich einwandfrei zurückzuhören, ist es auf jeden Fall ratsam, einen guten Vorverstärker in dem Empfangskanal zu verwenden.

#### Der L-Transponder und RUDAK

Der L-Transponder ist ebenfalls ein Linearumsetzer mit einer Bandbreite von 290 kHz. Die Ansprechfrequenz ist 1269,620 MHz bis 1269,330 MHz. Die Rücksendung des Satelliten erfolgt auf 435,715 MHz bis 436,005 MHz. Die allgemeine Bake (GB) sendet auf 435,651 MHz. Diese Bake dient der allgemeinen Information und sendet in 400 bit/s oder CW oder RTTY. Das Zeitschema wird noch bekanntgegeben. Die maximale Ausgangsleistung des L-Transponders beträgt 50 Watt PEP. Der L-Transponder braucht für die Strecke zum Sa-

telliten (23 cm) 28,8 dB Watt EIRP; dieses entspricht z. B. 3 Watt an einer 24-dBiC-Antenne oder 50 Watt an einer 12-dBiC-Antenne.

Zum Empfang sollte eine Antenne (70 cm) mit mehr als 13 dBiC Gewinn verwendet werden (Rauschzahl des Empfängers 3 dB B = 2,4 kHz), alle Antennengewinnangaben rechtsdrehend zirkular. In einer einwandfreien Empfangsanlage sollte die GB-Bake mindestens 17 dB Rauschabstand liefern. Auch hier ist es ratsam, im Empfangskanal einen guten Antennenvorverstärker zu benutzen.

#### RUDAK

RUDAK ist ein eigenständiger, vom Transponderbetrieb abgekoppelter Datenkanal. Eine Beeinträchtigung der unterschiedlichen Betriebsarten ist ausgeschlossen, da für RUDAK ein separater Empfangs- und Sendekanal vorhanden ist.

Für die Sendeleistung am Boden sowie die Empfangsanlage gilt das gleiche wie für den L-Transponder.

Der Eingabekanal ist 1269,710 MHz 2400 bit/s DPSK. Der Ausgabekanal ist auf 435,677 MHz 400 bit/s. Eine Kurzbeschreibung soll die Funktion von RUDAK erklären.

Zwischen zwei oder mehr Teilnehmern sollen auf einem Kanal digitale Nachrichten ausgetauscht werden. Dazu werden in unserem Fall von jedem Teilnehmer im Sendefall kurze Informationsblöcke ausgesendet, die ein bestimmtes Format haben und von Satelliten erkannt werden (Pakete). Dazu werden 2400 bit/s verwendet. Diese lassen sich mit einem normalen FM-Sender und einem kleinen Zusatzgerät, wie Versuche gezeigt haben, noch einwandfrei übertragen. Nach der Bearbeitung im Satelliten werden die Blöcke mit 400 bit/s PSK wieder zur Erde gesendet. Zum einen hat sich diese Technik bei der Telemetrieübertragung von OSCAR-10 bestens bewährt, zum zweiten existiert entsprechende Hardware, die zur Bodenunterstützung zur Verfügung steht.

Da alle Bodenstationen unkoordiniert senden, besteht die Gefahr, daß sich die gesendeten Blöcke überlappen und somit unbrauchbar am Satelliten ankommen. Der Block muß dann von der Bodenstation wiederholt werden.

Aus diesem Grunde ist die Datenrate zum Satelliten sechsmal höher als die Rücksenderate gewählt worden. Dadurch ist der statistische Durchsatz auf beiden Strecken effektiv gleich groß. Zur Zeit gibt es weltweit schon eine große Menge von Packet-Radio-Netzen, die über den Satelliten in Kontakt treten können (z. B. München mit etwa 50 Stationen).

Detaillierte Informationen werden durch ein RUDAK-Handbuch in Kürze verfügbar sein. Das Handbuch kann bei Hans-Peter Kuhlen, DK1YQ, erworben werden. Hans-Peter ist für die Durchführung des RUDAK-Projektes für Phase 3-C verantwortlich (Finckenstr. 11, 80111 Aschheim).

#### Mode JL

Für Benutzer des L-Transponders, die nicht auf 23 cm QRV sind, steht eine experimentelle Zusatzeingabe auf 2 m im SSB-Bereich 144,425 MHz bis 144,475 MHz zur Verfügung, die allerdings nur eine Bandbreite von 50 kHz hat. Diese Eingabe sollte nur den Ostblockländern vorbehalten bleiben, denn dort dürfte es sehr schwierig sein, die erforderliche Sendeleistung auf 23 cm zu erzeugen, um über die 23-cm-Eingabe am Mode-L-Betrieb teilzuhaben. Westliche Benutzer sollten nur die 23-cm-Eingabe benutzen; durch Überlappung der Ausgangsfrequenz (siehe Frequenzliste) lassen sich durchaus Misch-QSOs auf getrennten Eingaben mit gemeinsamer Ausgabe fahren. Die Benutzung der ursprünglich vorgesehenen Frequenz 145,950 MHz +/- 25 kHz ist unmöglich geworden, da sich in der Zwischenzeit, besonders in DL, u. a. viele FM-Stationen nicht an den Bandplan halten und dadurch den Satellitenfunk weltweit stören.

#### Der S-Transponder

Der S-Transponder ist ein hart begrenzender Transponder mit einer Eingabe auf 70 cm und einer Ausgabe auf 13 cm, Bandbreite 36 kHz. Die Sendeleistung beträgt 1 Watt. In-

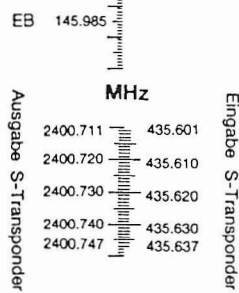
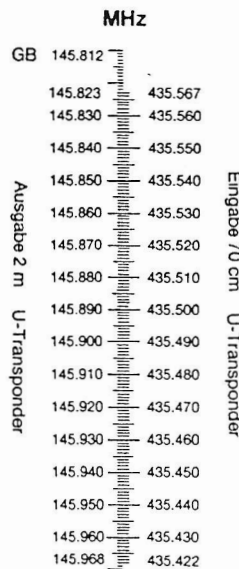
#### Nutzlasten und Frequenzen des P3-C-Satelliten

##### U-Transponder

Eingabe 435,420-435,570 MHz  
 Ausgabe 145,825-145,975 MHz  
 allgemeine Bake 145,812 MHz  
 Sonderbake 145,985 MHz  
 Transpondersendeleistung 50 W PEP  
 erforderliche Sendeleistung am Boden z. B. 10 W in eine 12-dBic-Antenne (rechtsdrehend)

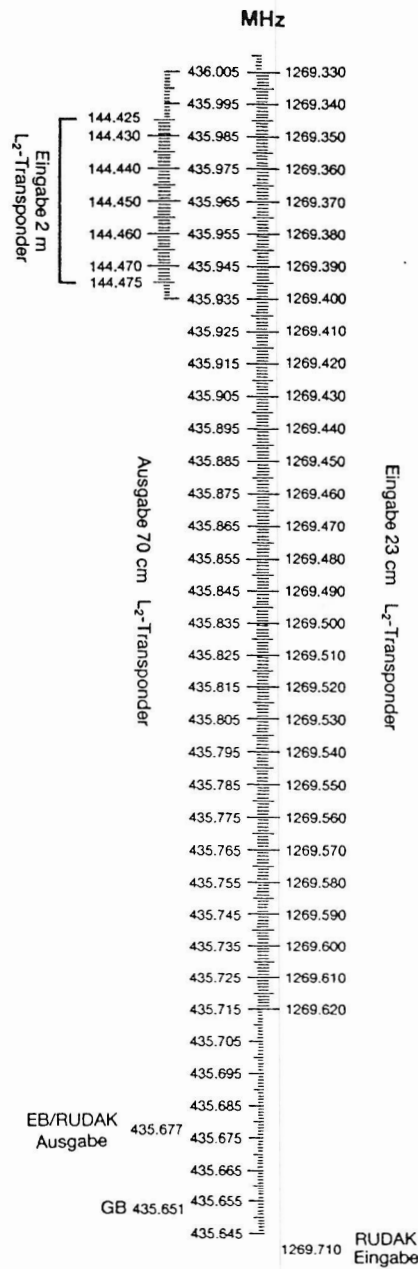
##### L-Transponder und RUDAK

Eingabe 1 1269,620-1269,330 MHz  
 Ausgabe 1 435,715-436,005 MHz  
 Eingabe 2 144,425-144,475 MHz  
 Ausgabe 2 435,990-435,940 MHz  
 allgemeine Bake 435,651 MHz  
 RUDAK-Ausgabe 435,677 MHz  
 RUDAK-Eingabe 1269,710 MHz  
 Transpondersendeleistung 50 W PEP  
 RUDAK-Sendeleistung 6 W  
 erforderliche Sendeleistung am Boden z. B. 3 Watt in eine 24-dBic-Antenne (rechtsdrehend)



##### S-Transponder

Eingabe 435,601-435,637 MHz  
 Ausgabe 2400,711-2400,747 MHz  
 Bake 2400,325 MHz  
 Transpondersendeleistung 1 W  
 erforderliche Sendeleistung am Boden z. B. 10 W in eine 12-dBic-Antenne (rechtsdrehend)

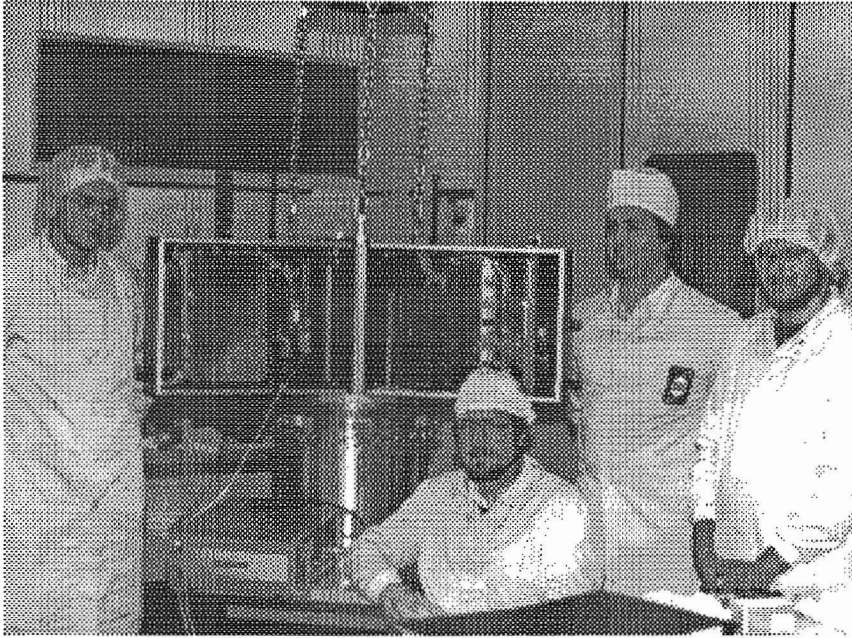


folge des relativ hohen Stromverbrauchs ist der Betrieb über den S-Band-Transponder auf wenige spezielle Zeiten beschränkt. Der S-Band-Transponder braucht für die Strecke zum Satelliten (70 cm) 21,5 dB Watt EIRP für 10 dB Rauschabstand des zurückgehörten Signals. Dieses entspricht einer Sendeleistung von 10 Watt (70 cm) in eine 12-dBic-Antenne. Zum Empfang (13 cm) sollte eine Antenne mit mehr als 25 dBic verwendet werden (1-m-Spiegel). Der S-Transponder kann im Bakenmodus sowie im Transpondermodus betrieben werden. Der Transpon-

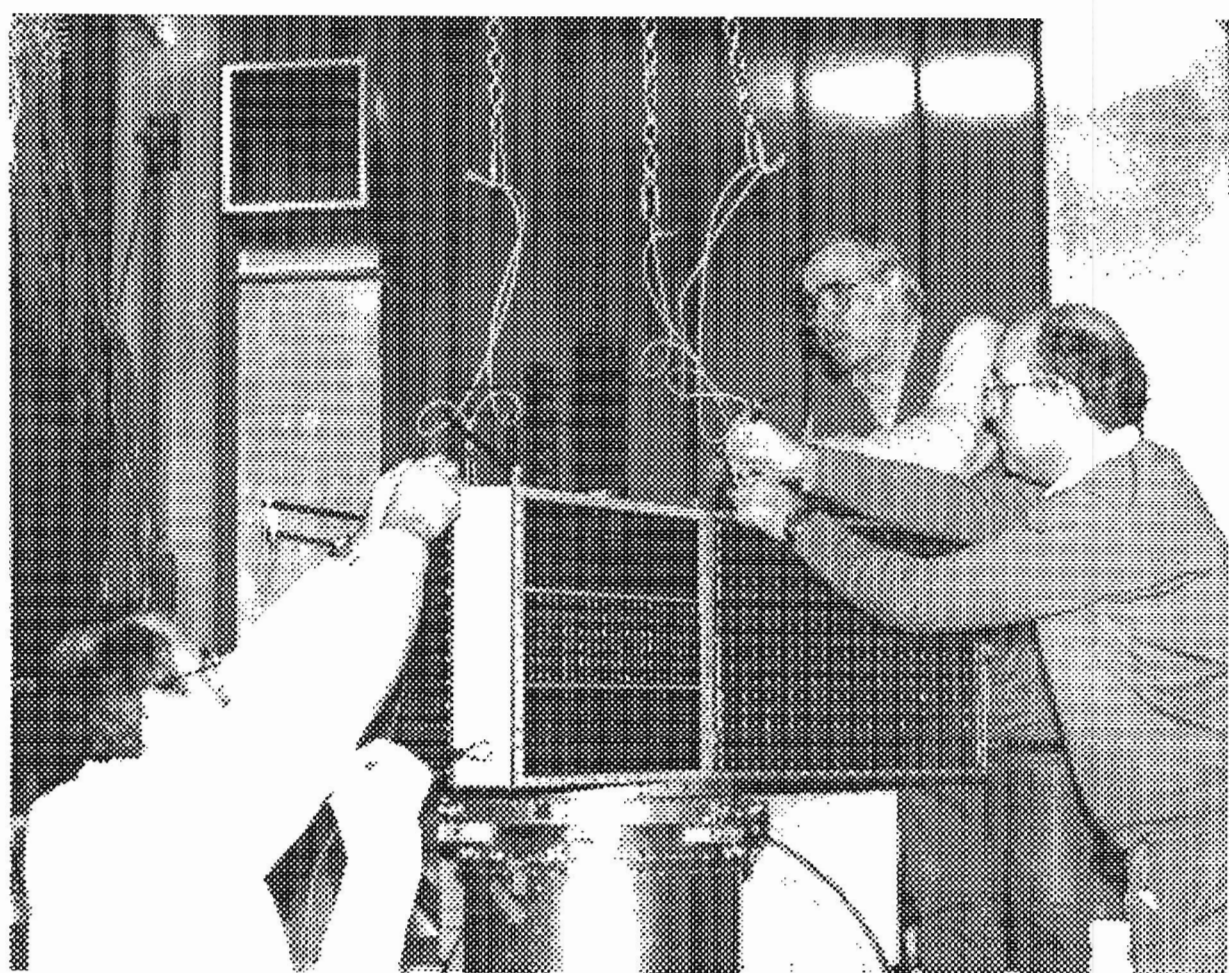
dermodus kann nur dann eingeschaltet sein, wenn der Satellit für Mode U konfiguriert ist.

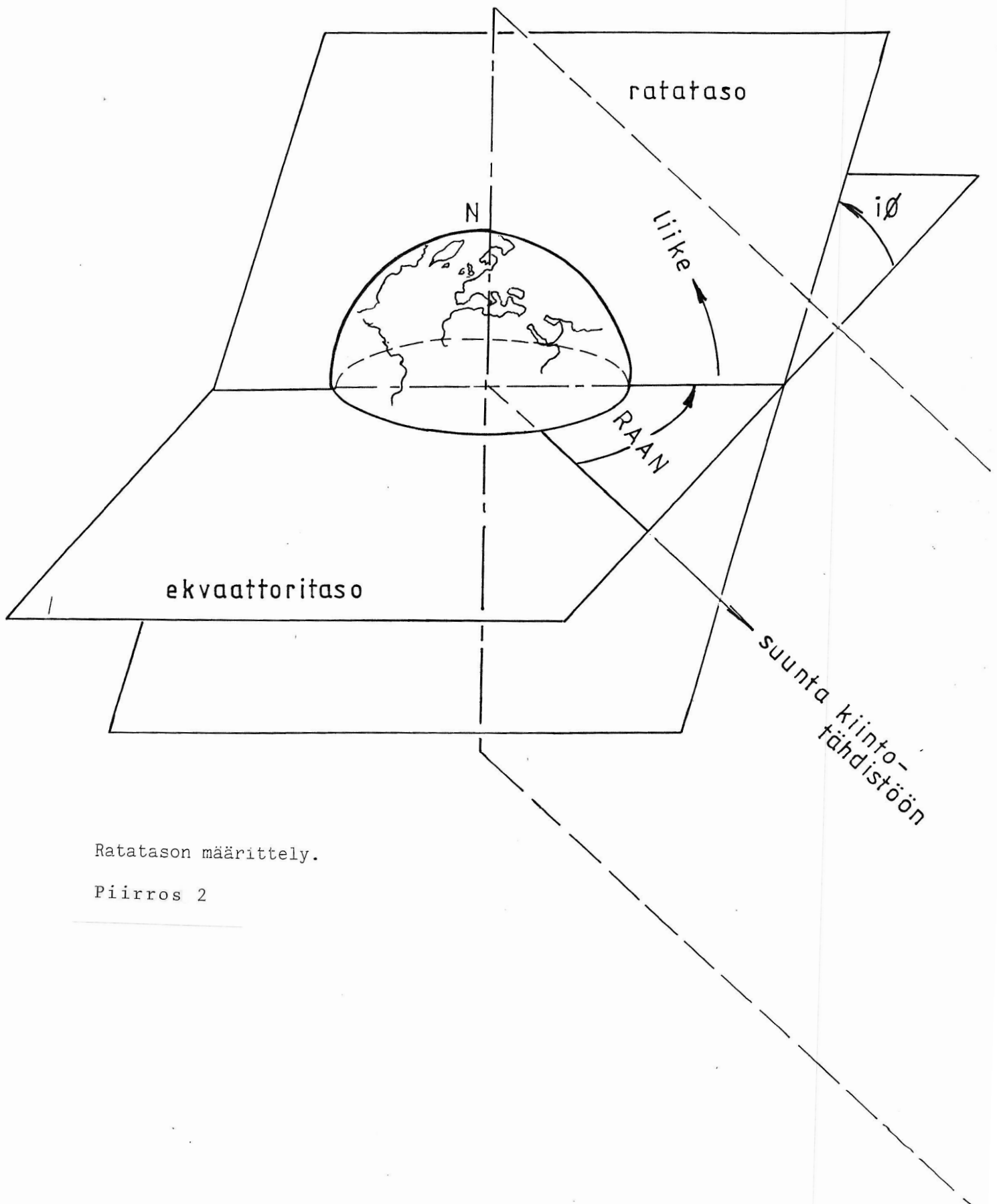
Die Bekanntgabe der Betriebszeiten, wann welcher Transponder eingeschaltet ist, wird rechtzeitig vor der allgemeinen Benutzerfreigabe erfolgen. Die zeitliche Angabe erfolgt nach bekanntem Muster in MA (mean anomaly). Die Dauer eines Umlaufes ist in 256 Teile geteilt, und MA Null ist genau im Perigäum (1 MA-Einheit entspricht somit ca. 2,6 Minuten).

AMSAT-DL wünscht allen Benutzern des Satelliten viel Freude mit P3-C und gutes DX.



Oscar 13 alias AMSAT P3-C on tässä menossa tärinätestiin.





Ratatazon määrittely.

Piirros 2