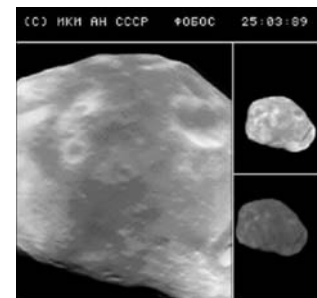
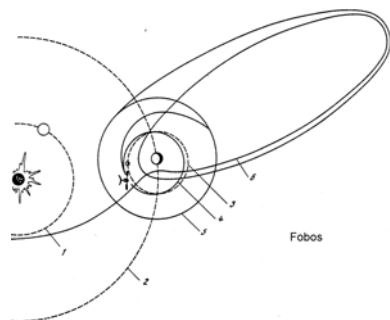
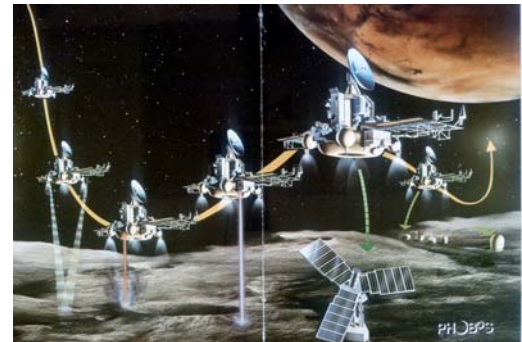
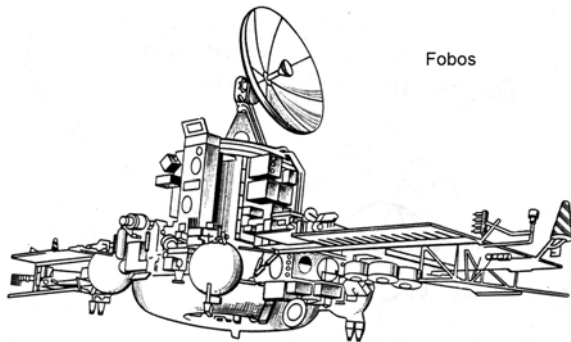


Der DDR-Tiefraum-Speicher für die internationale Phobos-Mission

Oberingenieur **Werner Neumann**, Chefkonstrukteur des Speichers
Prof. Dr. **Horst Völz**, ehem. Direktor des Zentralinstitutes für Kybernetik und Informationsprozesse (ZKI)
Dr. sc. techn. **Hans-Günter Weide**, Projektleiter für den Speicher



Zusammenfassung

Satelliten der Raumfahrt erzeugen während ihrer Mission eine große Datenmenge mit hoher Datenrate. Sie können in der Regel nicht direkt auf die Erde übertragen werden. Deshalb werden Zwischenspeicher benötigt, die strahlungs- und vibrationsfest sein müssen. Hier haben sich vor 1990 vor allem Magnetbandspeicher bewährt. Es werden die entsprechende Grundlagenforschung und zwei technische Lösungen der DDR-Forschung vorgestellt. Den Schwerpunkt bildet der R3m Videobildspeicher für die internationale Phobos-Mission von 1988 unter russischer Projektleitung.

Auftrag zum Bau

Der Marsmond Phobos galt als *eingefangener Asteroid*
Durch ihn waren Aussagen zum *Aufbau des Sonnensystems* zu erwarten
Die **Idee** zu dieser Mission entstand ca. 1988 in den **USA**
Nur die **russische Raketentechnik** ermöglichte damals einen 29-t-Satelliten dorthin zu senden
Doch später **verbot** Präsident **Reagan** den Einsatz des amerikanischen Videospeichers
Daher musste ein entsprechendes Gerät im sozialistischen Lager **entwickelt werden**
Diesen **Auftrag erhielt** das Zentralinstitut für Kybernetik und Informationsprozesse der AdW
Und zwar die Arbeitsgruppe bzw. der Bereich Speichertechnik
Hier waren die umfangreichsten Erfahrungen für Speicher vorhanden
Die Arbeiten waren damals **streng vertraulich**, hier wird erstmals ausführlich darüber berichtet

Bereich Speichertechnik

1959 wurde in der Akademie der Wissenschaften die Arbeitsgruppe Speichertechnik gebildet
1959 bis zur Wende war Prof. Dr. Völz ihr Leiter bzw. wissenschaftlich zuständiger Mitarbeiter
1967 wurde er zum Direktor des Zentralinstitutes für Optik und Spektroskopie berufen
1969 wurde von ihm das Zentralinstitut für Kybernetik und Informationsprozesse aufgebaut
In beiden Instituten ordnete er den Bereich Speichertechnik ein
Es waren immer ca. 30 bis 60 Mitarbeiter tätig
Nach der Wende wurde der Bereich aufgelöst
Protokoll bestätigt internationalen Höchststand, aber in BRD kein Bedarf!

Wichtige Partner, insbesondere für Entwicklung und Herstellung der Speicher

AdW ZI Anorganische Chemie	Zeosorb-Trockner
AdW ZI Festkörperphysik Dresden	Sendust
AdW ZI Kosmosforschung	Elektronik/Testtechnologien
AdW ZI Magnetismus in Dresden Jena	magnetische Grundlagen
AdW ZI Organische Chemie	Polyurethanwerkstoffe
AdW ZI Physikalische Chemie	Spezialklebstoffe
AdW ZI Wissenschaftlicher Gerätebau	Feinwerktechnik, Elektronik
AdW Dienstleistungseinrichtung (DLE)	Konstruktion/Feinwerktechnik
Forschungs-Institut Manfred von Ardenne, Dresden	Metalldünnschichtband
Institut für Kosmosforschung, Bulgarien	Steuerelektronik
Institut für Kosmosforschung, UdSSR	Satellitenintegration
Institut für Optik, UdSSR, Leningrad	Videokamera
RFZ Rundfunk u. Fernsehtechnisches Zentralamt	Magnetkopftechnologie
VEB Chemiewerk Nünchritz	Teflon
VEB Gummiwerke West, Dresden ehem. Leupold	Spezialgummi
VEB Kombinat ORWO Wolfen, Magnetbandtechnikum	CO ₂ -Bänder, Metalldünnschichtband
VEB Kombinat Robotron Dresden/Zella-Mehlis	Prüftechtechnik
VEB Magnetbandfabrik Dessau	CO ₂ -Bänder
VEB Magnetkopfwerk Goldpfeil, Hartmannsdorf	Magnetkopffertigung
VEB Synthesewerk Schwarzheide	Polyurethanwerkstoffe

Arbeiten im Bereich Speichertechnik

Im Zentrum stand immer die magnetomotorische Speicherung

Anwendungsbezogene *Teilgebiete* waren:

- **Bandentwicklung** in Zusammenarbeit mit ORWO und dem Institut Manfred von Ardenne
 - **Magnetköpfe** in Zusammenarbeit mit dem Magnetkopfwerk Leipzig
 - Entwicklung und Fertigung der **Kosmosspeicher** R1 bis R3 + Industrierüberführung
- Ferner gab es Arbeiten zur Magnetooptik, Sichtbarmachung, Bubbles und Wandverschiebespeicher
U.a. entstanden das **Metalldünnschichtband** und die **Sendusttechnologie** für Köpfe

Öffentlichkeitsarbeit des Bereiches

Von Prof. Völz wurden mehrere Tagungen des sozialistischen Lagers zur Speichertechnik organisiert

Es wurden 6 Bände Grundlagen der magnetischen Signalspeicherung herausgegeben

Es erschienen viele Fachbeiträge in deutschen und internationalen Zeitschriften, sowie auf Tagungen
Hervorzuheben sind u.a.:

- [1] „Untersuchungen über Herstellung und Eigenschaften aufgedampfter Magnetschichten als Speicherschichten für Magnetbänder“. IEEE Trans. Mag. MAG-2 (1966) 3, 202 – 205 (Ardenne, Effenberger, Müller, Völz)
„Investigations regarding production and properties of vapour deposited magnetic films for dynamic stores“
- [2] „Magnetic Recording Research“, Intermag-Konferenz Washington, 5.4.67 (geladener Vortrag)
Kolloquium IBM San Jose, Kalifornien, 12.4.67 „Attempt at a general theory of information storage“; +
13.4.67: „A special application of information theory to magnetic recording“
- [3] „Analysis of signals statistics and drop-out behaviour of magnetic tapes“ (Mädiger, Voigt, Völz, Willaschek).
IEEE Trans. on Magn. MAG Sept. 1984, Pt. 2 (1984) 5, 765-767
- [4] Kempe, V. Neumann, W.; Siakkou, M., Weide, H.-G. „Digitaler Satelliten-Magnetbandspeicher. Bild und Ton, 1980, H.1, S. 5 – 10.
- [5] Weide, G.: „Der Tiefraum-Videospeicher R3m für das Phobosprojekt - ein Ergebnis der digitalen Dichtspeicherentwicklung aus der DDR“ Dissertation B an der AdW der DDR, 02.02. 1989,

Metall-Dünnschichtband

Die Idee hierzu entstand wegen der **Engpässe in der Magnetbandproduktion** um 1964

Grundlage hierzu eine **Diskussion zwischen Prof. von Ardenne, Prof. Reichardt und Prof. Völz**

Es entstand Zusammenarbeit mit Forschungsinstitut Manfred von Ardenne und Filmfabrik Wolfen (ORWO)

Erste Ergebnisse wurden auf **Intermag-Konferenz in Stuttgart am 20.4.66** vorgestellt [1]

Prof. Völz erhielt Einladung zu einem geladenen Vortrag der nächsten Intermag-Konferenz USA [2]

Anschließend 14-tägiger Aufenthalt mit weiteren Vorträgen bei IBM in San Jose

Bald wurden sehr hohe **Speicherdichten um 1000 Bit/mm** erreicht (sonst nur knapp 100)

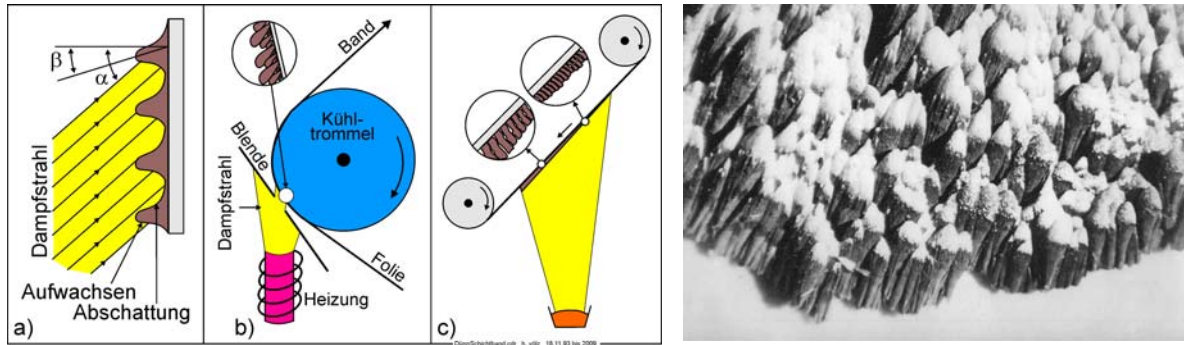
Es erfolgte Auszeichnung mit der **Leibniz-Medaille**

1976 erste Kosmosspeicher mit dem Band im erfolgreichen Einsatz

International begannen Forschungen zum vakuumaufgedampften Metallschichtband erst **1976 bei Matsushita**

Hierbei wurden zunächst Vakuumaufdampfanlagen von Ardenne eingesetzt

Erst ab ca. **1995** wird ein entsprechendes Band bei **Videorecordern vom Typ VCR** kommerziell genutzt



Forderungen an Kosmospeicher

- Geringes **Volumen** und **Gewicht** (Masse), geringer **Energieverbrauch**
- Wegen Start: sehr hohe **Vibrationsfestigkeit**: 3 - 10g innerhalb von 20 – 20 000 Hz, stoßfest 3-mal je Richtung 40 g (freier Fall etwa 1 m auf Beton)
- Betrieb in **Schwereelosigkeit**; **Temperaturbereich** -5 bis +45 °C; bis zu 100 % **Feuchtigkeit**
- Hohe **Zuverlässigkeit** und **Lebensdauer**, **wartungsfrei** und **fernsteuerbar**
- Hohe **Strahlungsfestigkeit**
- Hohe Aufzeichnungsrate, kleine Wiedergaberate, **Transponierung** >1:100
- Geräte-**Lebensdauer** gewünscht 3 Jahre, zugesichert 1 Jahr, erreicht > 5 Jahre

Stand der damaligen Technik

- Nur magnetomotorische Speicher üblich
- Keine strahlungsfesten Halbleiterspeicher, Elektronik nur TTL-Logik zulässig
- Festplatten ungeeignet, da nicht stoß- und vibrationsfest, luftdruckabhängig
- Alle damaligen Weltraumspeicher bis maximal 1 MBit, meist Endloswickel mit 20 und 210 m Band
- Häufiger Ausfall durch Verkleben Band-Kopf (Binder im Oxyd-Band)

Vorteile eines Endloswickels

- Einfacher, energiearmer Antrieb, nur ein Motor und geringe anzutreibende Masse
- Kein Rückspulen, Band steht am Aufzeichnungsende für die Wiedergabe automatisch am Anfang
- Erhöhte Zuverlässigkeit, da geringe Anzahl der bewegter Teile
- Geringe Rotationsmasse, zu kompensierendes Drehmoment

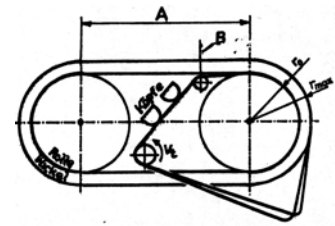
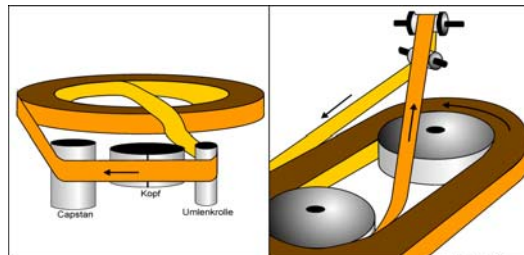


Abb.43: Prinzipschema des Endloswickels

Probleme bei Endloswickel

- Elektrostatik, wegen Reibung im Wickel, d. h. zwischen den Windungen
- Gleitschicht notwendig, erhöhte Gefahr der Kopfverschmutzung, vergrößert Band-Kopf-Abstand
- Stabilität des Wickels, Gefahr des Blockierens
- Verbindung von Bandanfang und -ende

Wir verwendeten

Keinen runden, sondern patentierten ovalen Endloswickel mit zusätzlichen Vorteilen

- bessere Überführung vom Ende zum Anfang
- intern Platz für Köpfe und Antrieb

Vorteile des bedampften Dünnschichtbandes

- Kein störender Schichtabrieb
- keine elektrostatische Aufladung, beidseitig leitend, da auch metallische Cu-Rückschicht
- Sehr zuverlässig überschreibbar ohne zu löschen

R1-Speicher

Erste Anforderungen um 1970

- für ETMS bzw. PM (Einheitliches Telemetrie-System der sozialistische Länder, Peilmesstechnik)
- Satelliten flogen erdnah zwischen 400 und 1000 km, Umlaufzeiten ca. 100 Minuten
- Funksicht sozialistische Länder jeweils täglich mehrmals für 5 und 10 Minuten

Realisierung

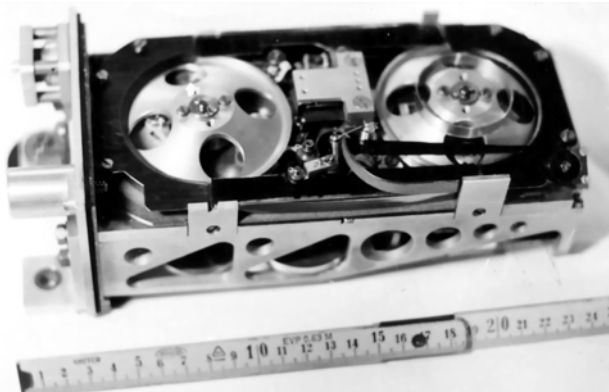
- Speicherkapazität $6 \cdot 10^6$ Bit, Speicherdichte 115 Bit/mm (Biphase)
- *Bandgeschwindigkeit* 2-fach umschaltbar, durch Reibradgetriebe 1:2, 1:8, 1:32
Bei Aufnahme 0,297; 1,09; 4,75; 9,5 cm/s je nach Variante, Bei Wiedergabe 9,5 cm/s,
- Aufnahmezeit 0,38; 1,25; 5 und 10 kBit/s je nach Variante, Wiedergabe etwa 10 kBit/s
- Fehlerrate $< 10^{-6}$, Wartungsfrei > 5 Jahre bzw. > 3000 Zyklen
- Leistungsbedarf max. 2,5 W; Abmessungen $280 \times 110 \times 85$ mm³, Masse 2 bis 2,6 kg je nach Variante
- **Dünnschicht-Magnetband:** Breite 6,25 mm, Länge 22 bis 60 m, Schichtdicke 30 nm

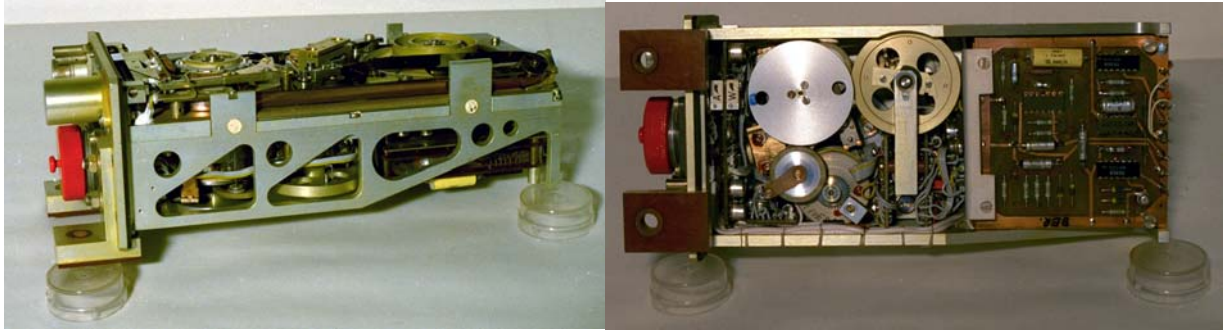
Einsatz

- Meist je Satellit zwei Speicher installiert
- Bei jedem Start musste zusätzlich ein technologisches Muster am Boden vorhanden sein
- Ferner notwendig Muster für Reserve, Klima-, Schüttel- und Lebensdauertests
- Uns wurden nicht alle Einsätze mitgeteilt, bekannt sind:
- R1 mit 4 Einsätzen 1976 bis 1980
- R2 mit 3 Einsätzen 1976 bis 1979
- Gefertigte Stückzahl > 46
- Höchstens ein Ausfall bekannt

Ausgewählte Beispiele

Startdatum	Satellit	Speicher-Nr.
15.5.76	Meteor 25	12 und 13
19.6.76	Intercomos 1	10 und 11
26.9.77	Meteor 28	2 und 3
24.10.78	Intercomos 18	18 und 20
Jan. 79	Meteor 29	14 und 15
1.11.79	Intercosmos 21	45 und 46
1980	Intercosmos 27	16 und 19





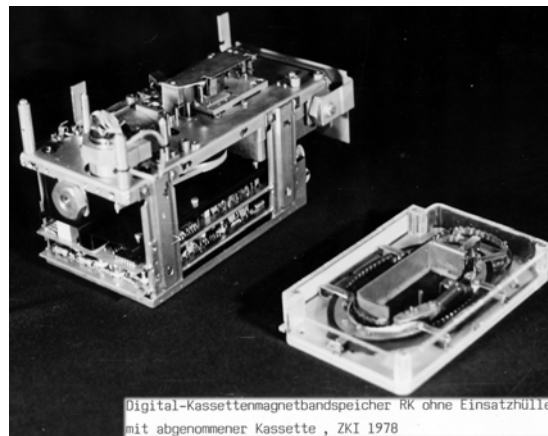
R2- bzw. RK-Speicher

Weiterentwicklung des R1, u.a. für Einsatz in EDV

Nutzung des Endloswickels als Kassette

War sehr weit in Zusammenarbeit mit der Industrie gediehen (Stand K1)

Dann wurden die Arbeiten auf Grund einer falschen Bedarfsanalyse abgebrochen



Dieses Material wurde von www.aes.cs.tu-berlin/völz/PDF heruntergeladen

Bei einer Nutzung bitte Urheberrecht beachten

Abstimmung mit hvoelz@fpk.tu-berlin.de