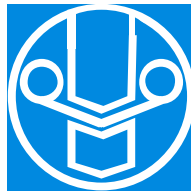


Entwicklung und Produktion von Magnetbandspeichern im VEB Carl - Zeiss JENA

(1965 – 1989)



Vorgetragen von Heinz Brückner zum Kolloquium des Vereins Technikgeschichte in
Jena e.V.

am 15.11.2005

**Autor: Dr. Ing. e. h. Klaus - Dieter Gattnar
Fassung: Januar 2006**

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorwort	3
2.	Realisierung	4
2.1.	Die erste Generation.....	4
2.1.1.	Einordnung der Magnetbandspeicherentwicklung und -produktion in den VEB Carl Zeiss JENA	4
2.1.2.	Technische Anforderungen an die digitale Datenspeicherung auf Magnetbändern.....	7
2.1.3.	ZMB 30–Magnetbandspeicher für die EDVA R 300 ⁽²⁹⁾⁽³⁰⁾	11
2.2.	Magnetbandspeicher im ESER ⁽³²⁾	14
2.2.1.	Das Einheitliche System der Elektronischen Rechentechnik der RGW Länder.....	14
2.2.2.	Magnetbandspeicher ZMB 51 / EC 5016 – der steinige Weg ins ESER ⁽³⁴⁾	17
2.2.3.	ZMB 61 - Zeiss Magnetbandspeicher für die EDVA MINSK 32 ⁽³⁶⁾	23
2.2.4.	EC 5017.02 – der Weg zum begehrtesten ESER – Magnetbandspeicher ⁽³⁷⁾	25
2.3.	EC 5002.03 – der Magnetbandspeicher für die Ära der 2. ESER-Generation	33
3.	Magnetbandsteuergeräte	36
4.	Die Stellung der Magnetbandspeichertechnik im Kombinat VEB Carl Zeiss JENA.....	38
5.	Anhang.....	40
5.1.	Anlagenverzeichnis.....	40
5.2.	Mitarbeiter	40
5.3.	Quellennachweis.....	40
5.4.	Abbildungsverzeichnis	43

Dieser Beitrag wurde zur Internet-Präsentation redaktionell bearbeitet durch Siegfried Junge.

1. Vorwort

Im Zeitraum von 1965 bis 1989 wurden im VEB Carl Zeiss Jena in einem erheblichen Umfang Magnetbandspeicher für elektronische Datenverarbeitungsanlagen entwickelt und produziert. Zum Beginn waren diese Geräte zur Komplettierung der Robotron-Rechenanlage R 300 vorgesehen, später gehörten sie zur Grundausstattung von Rechenanlagen des Einheitlichen Systems der Rechentechnik der RGW-Länder (ESER). Damit wurden u.a. die ESER-Anlagen von Robotron EC 1040 und EC 1055 ausgerüstet, im Schwerpunkt erfolgte jedoch ein Export der Magnetbandspeicher in die UdSSR.

Die serienmäßige Produktion der Magnetbandspeicher begann 1967. Die letzten Lieferungen erfolgten 1989. In dieser Zeit wurden im VEB Carl Zeiss Jena über 41.000 Stück Magnetbandspeicher produziert und verkauft. Damit wurde ein Umsatz von über 4.840 MioM (abgesetzte IWP) erzielt. Mit ihrer Wertschöpfung leisteten diese Erzeugnisse ab 1972 einen wesentlichen Beitrag zur wirtschaftlichen Stabilisierung des VEB Carl Zeiss Jena. ⁽¹⁾

Über den 25-jährigen Lebenszyklus der Magnetbandspeicher, gerechnet von der Entscheidung zur Einordnung der Entwicklung und Produktion in das Zeiss-Werk bis zur Produktionseinstellung, soll nachfolgend berichtet werden.

2. Realisierung

2.1. Die erste Generation

2.1.1. Einordnung der Magnetbandspeicherentwicklung und -produktion in den VEB Carl Zeiss JENA

Realisierung eines staatlichen Auftrags

Die Entscheidung, im VEB Carl Zeiss Jena Magnetbandspeicher für elektronische Datenverarbeitungsanlagen zu entwickeln und zu produzieren, wurde mit dem Ministerratsbeschuß 19/4/64 „Programm zur Entwicklung, Einführung und Durchsetzung der maschinellen Datenverarbeitung in der DDR in den Jahren 1964 - 1970 “ vom 03.07.1964 getroffen. ⁽²⁾

Dieser Beschluß enthielt tiefgreifende volkswirtschaftliche Zielstellungen für die Einführung der Rechentechnik und elektronischen Datenverarbeitung in der DDR und Entscheidungen zur Schaffung der erforderlichen technischen Basis. Er beinhaltete Grundsätze für den wissenschaftlichen Vorlauf, den Aufbau eines Netzes von Rechenstationen sowie die Ausbildung und den Einsatz von Arbeitskräften und wissenschaftlich-technischen Personal. Die technische Grundlage dafür bildete die dazu vorgesehene Entwicklung und Produktion der EDVA „Robotron R 300“. 1964 wurde eine ernsthafte Gefährdung dieser Zielstellung sichtbar. Zur Grundausstattung der Anlage R 300 war der Anschluß von bis zu 6 Magnetbandspeichern vorgesehen. Die Entwicklung des R 300 erfolgte durch ELREMA Karl Marx Stadt, die der Magnetbandspeicher durch das Institut für Nachrichtentechnik Berlin (INT), einer Entwicklungsstelle des Messgerätekwerkes Zwönitz. Die Magnetköpfe sollten durch das Funkwerk Leipzig / Goldpfeil Hartmannsdorf zugeliefert werden.

Um diese Aufgabe am INT Berlin kurzfristig lösen zu können, wurden alle Entwicklungsarbeiten an der Heimton- und Diktiertechnik sowie der Analogspeichertechnik eingestellt und die freiwerdenden Kapazitäten auf die Entwicklung des Digitalspeichers konzentriert. Unter der Leitung von Werner Neumann konnten am INT für die digitale Magnetbandspeicherung die theoretischen Grundlagen und die Voraussetzungen für die Entwicklung von Transportwerken für die digitale Signalspeicherung geschaffen werden. ⁽³⁾

Beim Bau und der Testung erster Mustergeräte zeigte sich jedoch , dass die gestellten Forderungen hinsichtlich der Zuverlässigkeit der Informationsübertragung beim Schreiben und Lesen der digitalen Informationen mit den Möglichkeiten des INT nicht erfüllt werden konnten. Das betraf insbesondere die Fehlersicherheit für die gespeicherten Informationen (drop-out) und Zeitfehler zwischen den einzelnen Informationsspuren auf dem Band (Zeitverschiebung). ⁽⁴⁾

Die Ursachen dafür lagen nicht in der Erfüllung der elektrischen Funktionen, die einwandfrei funktionierten, sondern in der unzureichenden Realisierung der für den Bandlauf und den Start-Stopp-Betrieb erforderlichen hohen mechanischen Präzision der Geräte. ⁽⁵⁾

Von ELREMA wurde die Staatliche Plankommission über diese Gefährdung des R 300-Programms informiert und um Unterstützung zur Sicherstellung des Produktionsanlaufes der Magnetbandspeicher gebeten. Es lag nahe, diese Aufgabe Zeiss Jena anzutragen, da Zeiss sowohl über die notwendigen Erfahrungen in der feinmechanischen Präzisionsarbeit als auch über die entsprechenden Erfahrungen in der elektronischen Fertigung verfügte. ⁽⁶⁾

Die Aufgabe eine Magnetbandspeicherproduktion aufzubauen, rief im Vorfeld des o.a. Ministerratsbeschlusses bei Zeiss zwiespältige Reaktionen hervor. Schon seit längerer Zeit wurde an Konzeptionen gearbeitet die Entwicklung des Wissenschaftlichen Gerätebaus und der Optik zu forcieren, insbesondere auf den Gebieten Analysenmeßtechnik, Feinmeßtechnik, Sensorik und Elektronik für den Gerätebau. Da in absehbarer Zeit keine nennenswerten Investitionen für die nächsten Jahre in Aussicht standen, wurde dazu auf eine vollständige Nutzung der vorhandenen Kapazitäten in Forschung, Entwicklung und Produktion orientiert. ⁽⁷⁾⁽⁸⁾

Der Generaldirektor, Dr. Schrade, der Technische Direktor, Rudolph Müller und der Direktor für Forschung und Entwicklung, Prof. Dr. Görlich bestanden deshalb darauf, dass eine Aufnahme der Magnetbandspeicherproduktion bei Zeiss, so sie denn volkswirtschaftlich unabdingbar notwendig und nicht zu umgehen ist, auf keinen Fall aber zu Lasten des wissenschaftlichen Gerätebaus erfolgen dürfe und nur durch eine durchgängig extensive Erweiterung zu realisieren sei.

Die Planungsgruppe unter Erich Wichler und Ursula Gabler, unterstützt vom damaligen 1. Stv. des GD Gallerach, hingegen sah in der Einordnung einer mit großen Stückzahlen verbundenen Magnetbandspeicherproduktion bei Zeiss eine einmalige Chance zur Überwindung der mit dem Wissenschaftlichen Gerätebau verbundenen charakteristischen Atelier- und Kleinserienfertigung.

Dieses Gremium forcierte im Zusammenhang mit der Einführung des Neuen Ökonomischen Systems der Planung und Leitung der Volkswirtschaft bei Zeiss eine damit verbundene Ökonomisierung des betrieblichen und erzeugnispezifischen Reproduktionsprozesses. ⁽⁹⁾

Sie suchten insbesondere nach einem „ökonomischen Grundlastprogramm“, das gestatten würde, mit einem oder wenigen Geräten eine kontinuierliche Fertigung, in der Größenordnung von 20 – 25 % des CZ-Umsatzes bei angemessenen Gewinnen, zu erzielen. Das war dringend erforderlich, um die Investitionen und extensiven Erweiterungen begründen zu können, die für den Wissenschaftlichen Gerätebau zwar unbedingt benötigt wurden, wirtschaftlich aber mit den feinmechanisch-optischen Geräten nicht gestützt werden konnten. Da es keine Alternative dazu gab, war diese Gruppe der Auffassung, dass der geforderte Aufbau einer Magnetbandspeicherproduktion bei Zeiss außerordentlich hilfreich für das Unternehmen wäre. Eine avisierte Einordnung der Magnetbandspeicherfertigung in den Zeiss-Betrieb kam also hierzu wie gerufen.

Als Voraussetzung zur Einordnung der Magnetbandspeicher wurden von Zeiss folgende Prämissen postuliert:

- Zeiss-Kapazitäten dürfen nur durch die Bereitstellung von Erfahrungsträgern für Leitung, Entwicklung, Technologie, Produktion und Vertrieb belastet werden
- Die erforderlichen FE- und Produktionskapazitäten sind ausschließlich durch extensive Erweiterungen zu schaffen
- Die Fertigungstiefe soll durch umfangreiche Kooperationen gering gehalten werden
- Abgelehnt wurde der Aufbau eines Leitzentrums für „Magnetomotorische Speicher“

Als erster Schritt (zunächst nur mit der Zielstellung einer Bedarfsdeckung Robotrons) wurde die Übernahme des Werkes Gera (1937 bis 1945 Technische Werkstätten für Militärproduktion des Zeiss Konzerns, danach NVA-Objekt) ⁽¹⁰⁾ und die Übernahmen des Personals des Nähmaschinenwerks in Saalfeld vorgesehen

Wie groß der Druck seitens der staatlichen Organe zur Lösung des Problems war, zeigt die außergewöhnlich schnelle Folge der zum Magnetbandspeicher getroffenen Entscheidungen:

- 07. Juli 1964 / Ministeratsbeschluss Datenverarbeitung 19/4/64
- 08. August 1964 / Beauftragung der VVB und Betriebe durch die Staatliche Plankommission den Ministerratsbeschluss umzusetzen
- Leipziger Herbstmesse 1964 / Anlässlich des Besuches des Zeiss Messestandes durch den Staatsratsvorsitzenden Walter Ulbricht u. den Vorsitzenden der Staatlichen Plankommission Dr. Erich Apel wurde durch diese mündlich ⁽¹¹⁾ avisiert, dass es richtig sei das Geraer Objekt wieder zu Zeiss zurückzuführen
- 12. September 1964 / Übergabe der Vorschläge des GD Carl Zeiss JENA / Dr. Schrade zur Einordnung der Entwicklung und Produktion von Magnetbandspeichern an die Staatliche Plankommission ⁽¹¹⁾
- 06. Oktober 1964 / Grundsatzentscheidung der Plankommission zur sofortigen Übernahme der Gesamtverantwortung für die Produktion und Entwicklung der Magnetbandspeicher durch Zeiss ⁽¹²⁾
- 13. Oktober 1964 / Festlegung der Staatlichen Plankommission: ⁽¹³⁾
- Zeiss übernimmt den derzeitig von der Nationalen Volksarmee genutzten Komplex Gera, Keplerstraße

1965 mit dem ersten Gebäudekomplex 6.500 m²
Produktionsfläche

1966 den gesamten Komplex, einschließlich Verwaltungs-,
Wirtschafts- und Nebengebäuden.

Der Gesamtkomplex umfasste 12.000 m² Produktionsfläche und ca.
8.000 m² Verwaltungs-, Wirtschafts- und Nebengebäude

Die Bezirksplankommission Gera hatte bis 1970 insgesamt 1450
Arbeitskräfte für die Speicherproduktion bereitzustellen, davon 1000
zum Aufbau des Werkes Gera und jährlich ab 1966 ca. 150 Lehrlinge.
Die Ausbildung und Qualifizierung der Arbeitskräfte sowie die Schaffung
der F/E-Kapazitäten musste durch Zeiss selbst gewährleistet werden

Damit wurden von staatlicher Seite die von Zeiss geforderten Voraussetzungen zur Einordnung der Magnetbandspeicher durch eine extensive Erweiterung ohne Abstriche erfüllt, und der Aufbau der Speicherfertigung konnte in Angriff genommen werden. In einem wesentlichen Punkt jedoch haben die Magnetbandspeicher den Wissenschaftlichen Gerätebau immer wieder nachhaltig gestört, nämlich bei der Bereitstellung der VWJP, insbesondere auf dem Gebiet der Ur- und Umformtechnik.

Diese, durch die Magnetbandspeicher verursachte, mehr oder weniger drastische Beeinflussung des Tempos der Überleitung neuer Erzeugnisse des Wissenschaftlichen Gerätebaus war eine Ursache dafür, dass die Speicher zwar wegen der damit erzielten wirtschaftlichen Erfolge als geduldete, nie aber als geliebte, zum Profil gehörende Kinder bei Zeiss betrachtet, sondern vorwiegend als Störkomponente gewertet wurden.

Das Werk Gera wurde ab 1965 schrittweise von der NVA übernommen. Der neue Zeiss Betrieb für Informationsverarbeitung (KB-I) begann ab 01. September 1965 unter der Leitung von Jochen Weimar zu arbeiten. Noch 1965 erfolgte dazu der Abschluss von Koordinierungsvereinbarungen zur Magnetbandspeichertechnik für die Rechanlage R 300 zwischen Zeiss und der VVB Datenverarbeitungs- und Büromaschinen Erfurt sowie der VVB Nachrichten und Messtechnik Leipzig ⁽¹⁴⁾

Der staatliche Auftrag, die Magnetbandspeicherproduktion zu organisieren, ergab für Zeiss eine bis dahin einmalige Situation. Es musste ein Erzeugnis in das Programm aufgenommen werden, das von Zeiss nicht initiiert und technisch konzipiert worden

war. Auch die notwendigen theoretischen Voraussetzungen zur Realisierung dieser Gerätetechnik wurden von anderen geschaffen und zur Lösung der Aufgabe übernommen.^{(3)(16)...}⁽²²⁾ Solche staatliche Eingriffe in das Profil des Unternehmens, mit ähnlichen Randbedingungen, wiederholten sich später mehrfach, insbesondere bei den Entscheidungen zur Aufnahme der Produktion von militärischen Erzeugnissen.

Die Grundlage der Arbeiten bei Zeiss bildete die Übernahme der konstruktiven Dokumentation vom INT/Berlin mit dem Reifegrad einer nicht erfolgreich abgeschlossenen Funktionserprobung.

Die Reifmachung dieser Entwicklung, die Ausarbeitung der konstruktiven und technologischen Dokumentation für die Serienfertigung, die Schaffung der Produktionsausrüstungen, Vorrichtungen, Werkzeuge, Justier- und Prüfmittel, die Organisation von Kooperationen und Zulieferungen, der Aufbau der Produktionsstätten und vor allem die Qualifizierung neuer Arbeitskräfte ohne Erfahrungen in feinmechanischer Präzisionsarbeit, das musste unter Anleitung von nur wenigen Erfahrungsträgern mit unerfahrenen neuen Kräften bewältigt werden.⁽²³⁾⁽²⁴⁾

Über die Mühen dieses Anfangs hat ausführlich Lothar Löscher berichtet.⁽²⁵⁾

2.1.2. Technische Anforderungen an die digitale Datenspeicherung auf Magnetbändern

Um die Probleme zu charakterisieren, die bei der Entwicklung und Produktion von Magnetbandspeichern gelöst werden mussten, soll hierzu ein kleiner technischer Exkurs eingefügt werden.

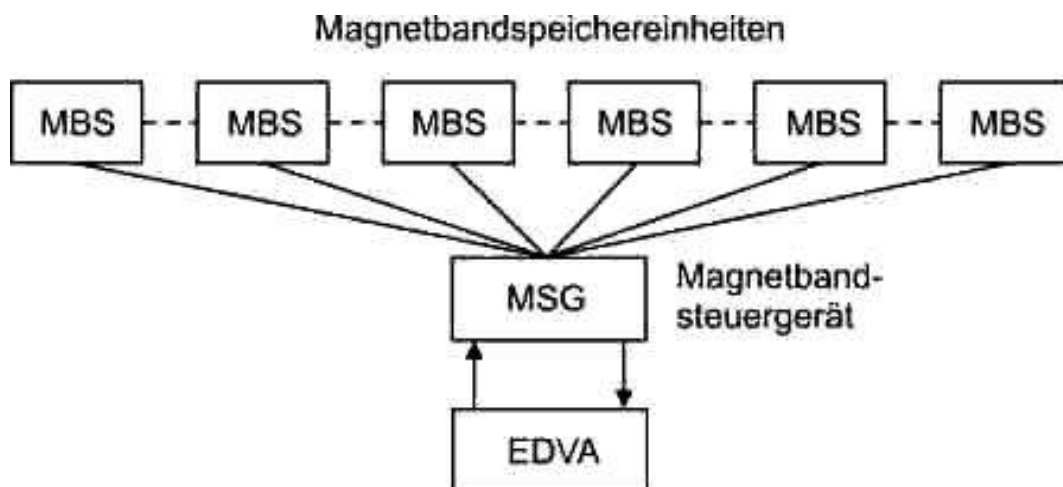


Abbildung 1: Magnetbandspeicher an EDV-Anlage

Die Magnetbandspeicher sind über eine Steuereinheit an die Rechenanlage angeschlossen.

Die zum Betrieb erforderlichen Operationen werden von Programmen der Zentraleinheit generiert. Dazu werden Befehle an die Speicher gegeben, die zur Steuerung der Bewegung der Magnetbänder erforderlich sind. Andere Befehle dienen der Aufzeichnung, Wiedergabe und Übertragung der Speicherdaten. Die zeitliche Staffelung oder der simultane Ablauf dieser Operationen wird vom Magnetbandsteuergerät und der Magnetband-internen Elektronik übernommen.

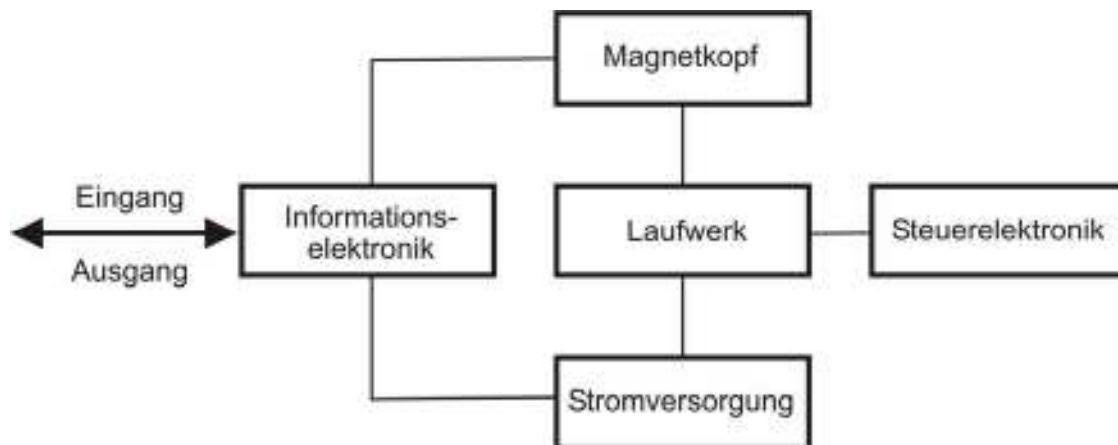


Abbildung 2: Hauptbaugruppen eines Magnetbandspeichers

Um den Austausch der auf den Magnetbändern aufgezeichneten und gespeicherten Daten zwischen verschiedenen Magnetbandspeichergeräten und EDVA zu gewährleisten, wurden verbindliche Festlegungen zum Aufzeichnungsverfahren, zur Anordnung, Organisation und Kontrolle der Daten auf dem Magnetband sowie zur Konfektionierung der Magnetbandträger getroffen. ^{(26) (27)}

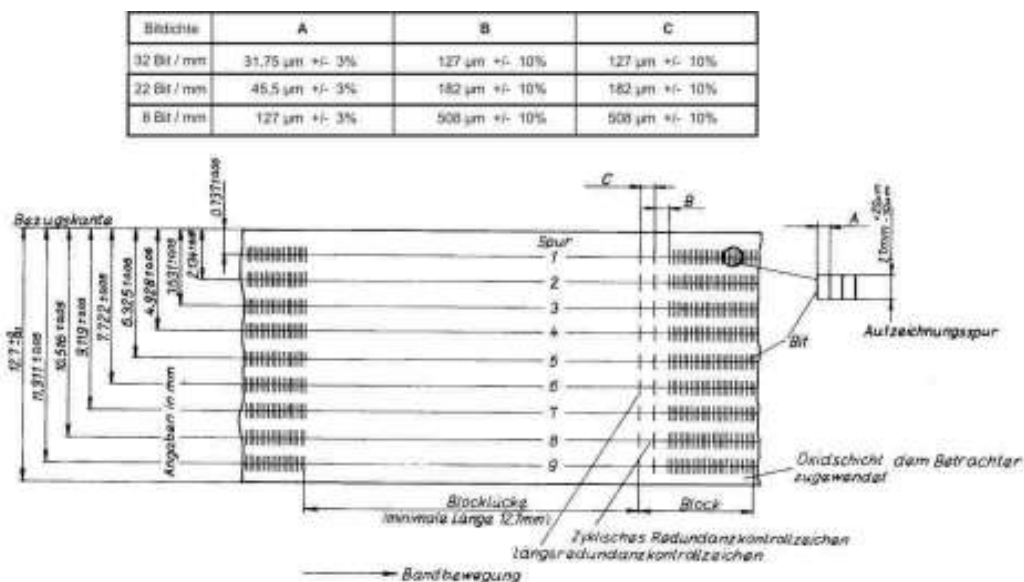


Abbildung 3: Datenaufzeichnungsformat auf Magnetband (ISO-Standard)

Die zu speichernden Informationen wurden, in mehreren Spuren parallel, auf dem Magnetband in Form von adressierten Datenblöcken mittels des Magnetkopfes auf dem Magnetband aufgezeichnet oder gelesenen Zwischen den Blöcken war eine datenfreie Lücke vorgeschrieben. Das standardisierte Aufzeichnungsformat mit den einzuhaltenden Toleranzen zeigt Abbildung 3

Die Anforderungen an die technischen Parameter der Geräte erhöhten sich ständig, um die Datenmenge pro Magnetbandspule und die Geschwindigkeit zum Austausch der Daten zwischen dem Rechner und den peripheren Speichern zu erhöhen.

So wurden beim ZMB 30 mit einem 8-Spur-Magnetkopf gerätespezifisch auf 6 Informations-, einer Prüfbit- und einer Taktspur 22 Bit / mm aufgezeichnet.

Bei den nachfolgenden Gerätetypen wurden mit einem 9-Spur-Magnetkopf in 8 Spuren und einer Prüfbitspur nach NRZ-I-Verfahren mit einer Aufzeichnungsdichte von

32bit/mm (ZMB 61, ZMB 51/EC 5016, EC 5017-02) und beim EC 5002.03 nach NRZI-Verfahren von 32 Bit /mm bzw. nach PE-Verfahren von 63 bit /mm aufgezeichnet.

(Eine detaillierte Darstellung der Magnetkopf- / Magnetbandproblematik vermittelt ⁽²⁸⁾).

Parallel dazu wurde die Bandgeschwindigkeit von 1,524 m/s (ZMB 30, ZMB 51) auf 2m/s (ZMB 61/ EC 5016, EC 5017-02) und auf 3 m/s (EC 5002.03) erhöht und damit die Datenübertragungsrate von 33 kByte/s auf 64 bzw. 96 / 189 kByte/s vergrößert. Die Rückspulgeschwindigkeit des Bandes wurde von 4 min (ZMB 30) auf < 50 sec (EC 5002.03) reduziert, die Start- und Stopp-Zeiten des Magnetbandes vor dem Magnetkopfspalt von 6ms auf 3 ms.

Damit waren immer höhere Anforderungen vor allem an die Steuerungs- und Leistungselektronik des Bandtransportes und an die mechanischen Baugruppen des Transportlaufwerkes verbunden. Zur Realisierung der Bandgeschwindigkeit von 1,524 m/s (ZMB 30) bis 3 m/s (EC 5002.03) und der erforderlichen Start-Stopp Zeiten, die einen trägheitsarmen, schlupffreien Start-Stopp Betrieb ermöglichten, musste der Bandantrieb vor dem Magnetkopf von den Bandspulen über Magnetbandpuffer entkoppelt werden. Damit konnte die Bandgeschwindigkeit der trägen Magnetbandspulen über elektronische Steuerung der Leistungselektronik der Wickelantriebe dem weitaus trägheitsärmeren Bandantrieb angepasst werden.

Erfolgte der Bandantrieb beim ZMB 30 über 2 Bandandruckrollen für Vor- und Rücklauf und die Pufferung über mechanische Hebel und Umlenkrollen, so wurden beim EC 5017.02 und beim EC 5002.03 der Bandantrieb über einen Single–Capstan-Antrieb) und die Pufferung durch pneumatische Unterdruckschächte realisiert.

Neben all den technischen Anforderungen und Parametern für einen Magnetbandspeicher war ein stets einwandfreier und perfekter Bandlauf erforderlich, denn nur dieser gewährleistete eine sichere Datenübertragung und die Datenkompatibilität. So stellten die mechanischen Toleranzen im Mikrometerbereich nicht nur des Magnetkopfes sondern auch der Bandführung zwischen Bandführungselementen, Bandzug-erzeuger, Bandantrieb und Magnetkopf höchste Anforderungen an den mechanischen Präzisionsbau. Nur so war ein schlupffreier und stets reproduzierbarer exakter Bandlauf gewährleistet, der die erforderliche Aufzeichnungsdichte ermöglichte und ein Abheben des Bandes vom Magnetkopf unter allen Betriebsbedingungen verhindern musste, da sonst unweigerlich Datenfehler oder Datenverluste eintraten.

Zudem musste der gesamte Bandlauf des Transportwerkes so bandschonend wie möglich, von Bandspule über Puffer, Bandantrieb, Magnetkopf und Aufwickelspule, konstruktiv gestaltet werden. Das Magnetband durfte über die gesamte Betriebszeit nicht gedehnt oder zerrissen und die Bandkanten nicht beschädigt werden. Auch ein nennenswerter Bandabrieb durfte nicht erfolgen, da dies unweigerlich Datenverluste zur Folge gehabt hätte. Eine wesentliche Aufgabe bestand darin, mechanische Berührungen des Bandes im Bandlaufraum so weit wie möglich zu minimieren. Deshalb wurden mit der Weiterentwicklung der Magnetbandspeicher die anfangs eingesetzten mechanischen Pufferhebel mit Umlenkrollen später durch pneumatische Puffer, und die Gummiandruckrollen durch den Single–Capstan-Antrieb abgelöst.

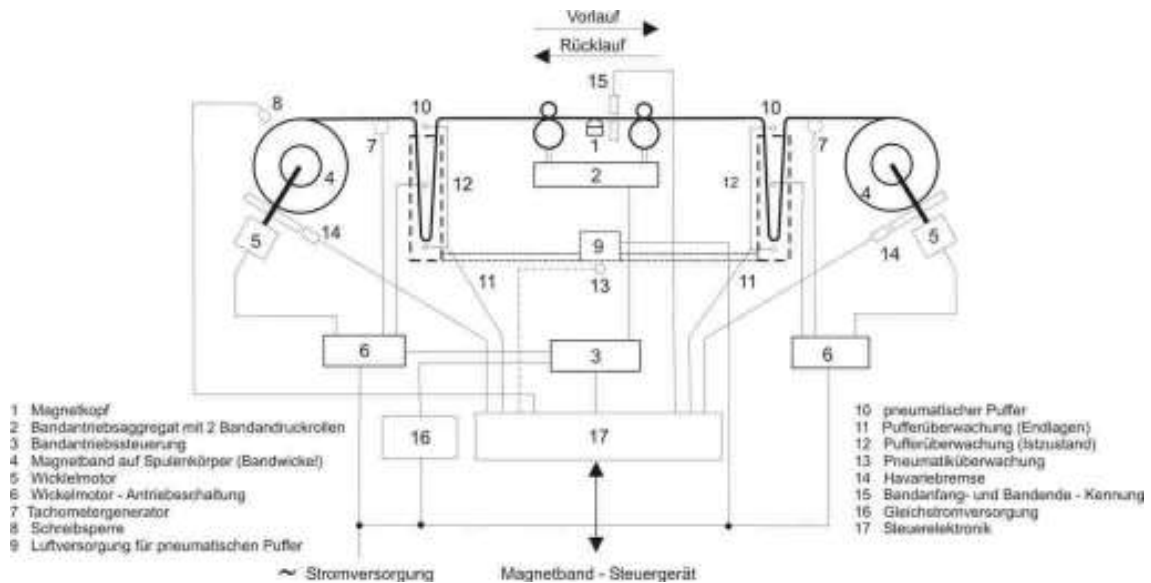


Abbildung 4: Transportlaufwerk mit zwei Bandantriebsrollen

Sehr hohe Anforderungen wurden auch an die Qualität des Magnetbandes gestellt. Ein fabrikneues Magnetband (730m Länge, 1/2" Bandbreite), das für die Datenspeicherung eingesetzt werden soll, darf eine Fehlerhäufigkeit von max. 10^{-8} besitzen. Um diesen Anspruch zu veranschaulichen, kann man sich eine Straße von 900 km Länge und 15 m Breite vorstellen, auf die max. eine Grapefruit fallen darf. ⁽²⁹⁾

Fehler, die vom Magnetband verursacht werden, können sehr verschiedene Ursachen haben. Irreversible Impulsverluste (stationäres Drop-out) entstehen z.B. durch Ferti-gungsfehler des Bandes, Bandbeschädigungen durch Mängel des Transportwerkes, durch Bandalterung oder durch fest in der Magnetschicht eingelagerte Fremdpartikel u.a.

Vorübergehende Impulsverluste (nicht-stationäres Drop-out), die nach einem oder mehreren Banddurchläufen wieder verschwinden, können durch momentane Lauffehler des Bandes oder durch lose aufliegende bzw. nur lose haftende Verunreinigungen des Magnetbandes hervorgerufen werden.

Störimpulse (Drop-in) können durch nichtlösbbare hartmagnetische Teile der Mag-netschicht des Bandes oder durch vom Band zufällig mitgerissene remanent mag-netisierte Teilchen entstehen. ⁽²⁹⁾

Das erforderte auch einen äußerst sorgfältigen und sauberen Umgang mit den Magnetbändern, da Schmutzpartikel jeglicher Art auf dem Magnetband den erforderlichen Magnetkopf-Magnetbandkontakt stark beeinträchtigten und damit keine sichere Datenübertragung mehr gewährleisteten. Dies war ein Grund, vom anfänglich praktizierten manuellen Bandeinlegen mit offenen Magnetbandspulen (z.B. ZMB 30 bis EC 5017.02) zum automatischen Bandeinlegen bei geschlossenen Magnetbandspulen mittels Cartridge überzugehen (z.B. EC 5002.03).

Im Verlaufe der Entwicklung mussten darüber hinaus wesentliche Anstrengungen unternommen werden, um die Magnetbandspeicher den allgemeinen Einsatzbedin-gungen für einen Export in die UdSSR anzupassen und die hohen geforderten Zuverlässigkeitsanforderungen zu erfüllen.

Parameter	ZMB 30	EC 5002.03
Arbeitstemperaturbereich	18...26 °C	5...40 °C
rel. Luftfeuchte	58...72%	40...95%
Transporttemperaturbereich	-50...+50 °C	
Stoßfestigkeit bei Transport	15g	
Mittlerer Reparaturabstand	> 1200 Stunden	

Dieser kurze technische Exkurs lässt erkennen, dass Zeiss mit der Aufgabe Magnetbandspeicher zu entwickeln und zu produzieren also keinesfalls technisch unterfordert war und es bedurfte erheblicher Anstrengungen die gestellten Ziele zu erreichen.

2.1.3. ZMB 30–Magnetbandspeicher für die EDVA R 300 ⁽²⁹⁾⁽³⁰⁾

Zur Ausstattung der EDVA „R 300“ war der Anschluss von 6 Zeiss–Magnetbandspeichern ZMB 30 vorgesehen. Die Leitung der Entwicklung wurde Fritz Straube übertragen und nach dessen unverhofften Tod von Klaus Heuer übernommen. Der Schwerpunkt der Arbeiten zur Übertragung der Institutsentwicklung des INT / Berlin lag auf der technologischen Vorbereitung einer Fertigung in großen Stückzahlen, unter Leitung von Max Ebritsch.



Abbildung 5: Magnetbandspeicher ZMB 30

Die Großserienproduktion und der Termindruck für den Fertigungsanlauf erforderte von Beginn an eine sehr enge Zusammenarbeit von Entwicklung, Technologie, Musterbau, Produktion, Gütekontrolle und Vertrieb. Die direkte Zusammenarbeit von Entwicklung und Technologie am Reißbrett und im Labor war in dieser Form neu bei Zeiss und

später Vorbild auch für andere Erzeugnisgruppen. Die dabei gewonnenen methodischen Elemente sind bei den Folgeentwicklungen vervollkommen und perfektioniert worden und führten vor allem bei der Entwicklung des Speichers EC 5017.02 zu einer extrem kurzen Entwicklungs- und Überleitungszeit sowie zu einem technisch nahezu problemlosen Produktionsanlauf.

Mit der Entwicklung des ZMB 30 begann auch eine sehr fruchtbare Zusammenarbeit mit dem Industrieformgestalter Prof. Claus Dietel, der die Entwicklungsarbeiten bis zum ZMB 61 begleitete und so die gestalterische Konformität unserer Geräte zu den Rechenanlagen von Robotron wahrte.



Abbildung 6: ZMB 30 Laufwerk

Die Konzeption des ZMB 30 Laufwerkes umfasste:

- Doppelcapstan-Antrieb
- Mechanische Hebelpufferung
- Minipuffer für den Bandstart
- fest montierter Magnetkopf
- manuelles Bandeinlegen

Das erforderte von allen Konstruktionselementen, welche mit dem Magnetband direkt in Berührung kamen, höchste Präzision bei der Oberflächengestaltung. Die Forderungen an die Oberflächengüte des Capstan waren extrem hoch, die Bandlaufrollen mussten mit einer definierten Rauigkeit im μ -Bereich gefertigt werden. Im gleichen Toleranzbereich bewegten sich die Genauigkeiten bei der Fertigung der Magnetköpfe und deren Justierung im Bandlauftrakt zur Gewährleistung der sog. Zeitverschiebung. Die für den ZMB30 benötigten Magnetköpfe AW 50 lieferte Goldpfeil / Hartmannsdorf. Bei der Realisierung der mechanischen Probleme halfen entscheidend die Zeiss

Erfahrungen aus dem klassischen wissenschaftlichen Gerätebau und der feinmechanischen Qualitätssarbeit

Ein großes Problem stellten die für die Bandlaufrollen benötigten Miniaturkugellager dar, die in der DDR nicht verfügbar waren. Die hohen Anforderungen an Geräuscharmut und die Lebensdauer der Lager erforderten, nach umfassender Testung, Importe von international führenden Herstellern aus BRD, Schweiz, Japan und Frankreich.

Neu waren auch die Arbeiten zur funktionellen Einbindung unserer Geräte in ein übergeordnetes komplexes Rechnersystem. Die Schnittstellen, Interfacebedingungen, zu den Steuergeräten mussten in allen Bedingungen der Signalgestaltung, der zeitlichen Abfolge der Informationsflüsse, der Testprogramme und der peripheren Komponenten der Betriebssysteme verbindlich abgestimmt, getestet, zertifiziert und freigegeben werden. Mit der Testung der Muster des ZMB 30 an der EDVA R 300 bei Rafena Radeberg wurden die ersten Erfahrungen auf diesem Gebiet gesammelt, insbesondere hinsichtlich der Erarbeitung von Entwicklungsrichtlinien zum Erreichen hoher Zuverlässigkeitsparameter. Darüber hinaus wurden Programme und Methoden zur Prüfung von Magnetbandspeichern erarbeitet, die eine objektive Bewertung der erreichten Parameter ermöglichten.

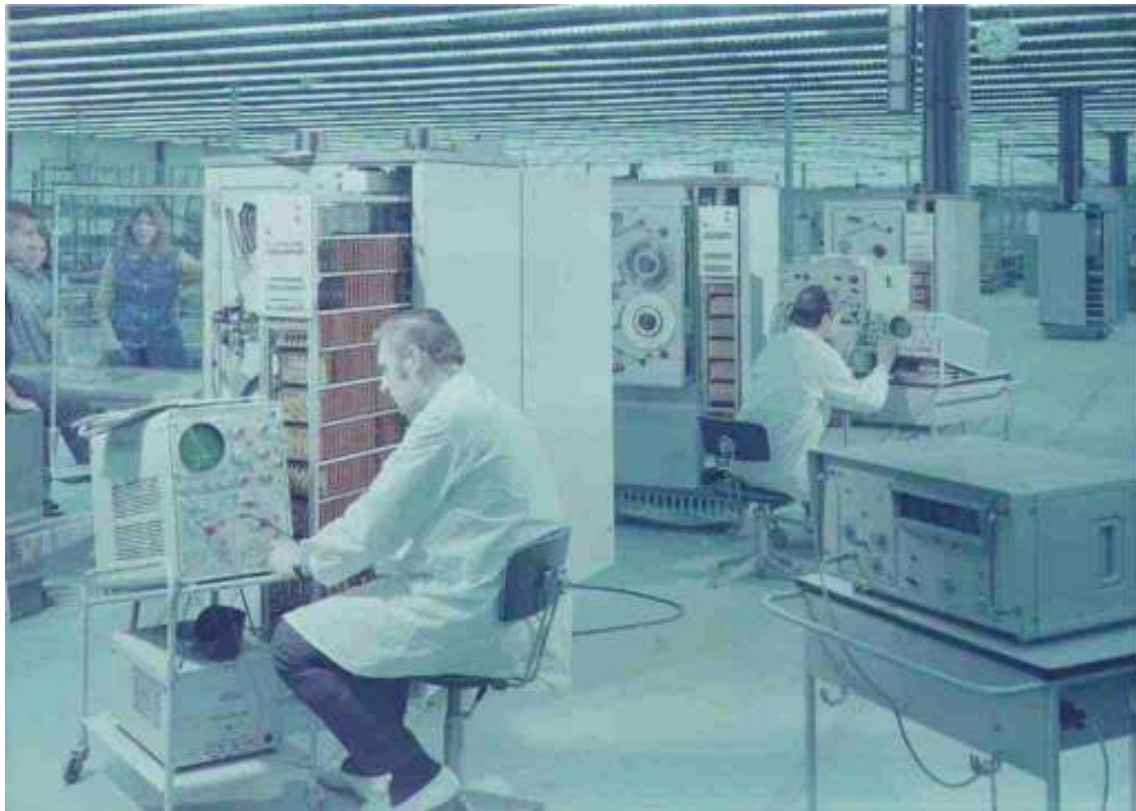


Abbildung 7: ZMB 30 Montage und Justierung



Abbildung 8: ZMB 30 Endprüfung

Die konsequente Einführung dieser Prüfungen in der Produktion führte zu hoher Zuverlässigkeit und Qualität der Geräte. Die geforderte Sicherheit der Datenübertragung von einem fehlerhaften Zeichen auf 100.000.000 Zeichen wurde reproduzierbar nachgewiesen. Die Serienproduktion des ZMB 30 begann 1967. Robotron fertigte bis 1971 350 Stück EDVA R300. Zeiss lieferte dafür ca. 2.000 Speicher ZMB 30.

1968 wurde der ZMB 30 erstmals auf der Messe in Nowosibirsk gezeigt, in deren Folge ein Export in die UdSSR in geringen Stückzahlen erfolgte. Ein weiterer Export im Zusammenhang mit der EDVA R 300 kam nicht zustande, da von W. Ulbricht anlässlich der Ausstellung „Interorgtechnika“ 1966 in Moskau, ein Export dieser Rechner im Interesse der Entwicklung der Volkswirtschaft der DDR untersagt wurde.⁽³⁰⁾

Die Magnetbandspeicher wurden bis 1970 im Betrieb Gera produziert und danach in das vorwiegend für die Magnetbandspeicherfertigung neu gebaute Werk in Jena Göschwitz überführt.

Zu diesem Zeitpunkt wurden auf diesem Gebiet bereits über 1.000 Arbeitskräfte eingesetzt.

2.2. Magnetbandspeicher im ESER ⁽³²⁾

2.2.1. Das Einheitliche System der Elektronischen Rechentechnik der RGW Länder

1968/69 wurde in der Sektion 3 (Messtechnik und elektronische Industrie) des RGW der grundlegende Beschluss gefasst, eine „Mehrseitige Regierungskommission Rechentechnik“ (MRK RT) als selbstständiges internationales Organ mit vertraglichen Beziehungen zum RGW zu bilden. Am 23.12.1969 wurde dazu von den Regierungen

der Länder Bulgarien, Ungarn, DDR, Polen, UdSSR und CSSR beschlossen, mit der koordinierten Kraft der sozialistischen Länder ein "Einheitliches System der elektronischen Rechentechnik" zu schaffen, später kamen noch Rumänien und Kuba hinzu.

Man stellte sich als Ziel:

- die Integration auf Basis breiter Spezialisierung und Kooperation zu verwirklichen
- das in den Ländern vorhandene Potential zur Entwicklung und Produktion der Rechentechnik einheitlich zu formieren
- die arbeitsteilige Entwicklung und Produktion einer einheitlichen Reihe von Geräten zu beschleunigen
- ein einheitliches Betriebssystem als Voraussetzung für die Kompatibilität der Anlagen und Daten zu schaffen
- die Kosten für die Einführung und Nutzung der Rechentechnik zu senken
- in jedem Land das wissenschaftliche und technische Niveau zu erhöhen.

Bei der technischen Realisierung des ESER orientierte man sich, nach gründlicher Sichtung des internationalen Standes, an den Produkten des damaligen Marktführers IBM aus den USA.

Ab ca. 1961 hatten die IBM-internen Arbeiten an einer kompatiblen Modellserie mit einem durchgängig koppelbaren einheitlichen Peripheriesortiment auf der Basis eines Umbruchs im Konzern zum Systemdenken in Größenordnungen begonnen.

Über eine Modellreihe von Zentraleinheiten, durchgängiger Betriebssysteme und einer vereinheitlichten Peripherie sollten alle Anwendungsfälle der Rechentechnik im kommerziellen Bereich und der Wissenschaft maschinell zu bearbeiten sein und geschaffene Programme beim Umstieg auf größere Anlagen weiterhin nutzbar werden.

Da die angezielten neuen Einsatzbereiche das gesamte Bearbeitungsfeld erfassten, erhielt das Unternehmen den zutreffenden Begriff „System 360“ – nach den 360° der Windrose!

Wegen der Größe des Vorhabens, den gewaltigen Projektkosten wurde die Konzernarbeit auf die Einbeziehung aller nutzbaren Potentiale der westlichen Welt für Forschung, Entwicklung und Produktion ausgedehnt. In Europa entstanden spezielle Zentren in Montpellier (Frankreich), Suxies (Schottland) und in der BRD. Im Stuttgarter IBM-Komplex wurden z.B. 2-3 Zentraleinheiten entwickelt und produziert.

Aber auch in Schweden, Österreich, Holland formierten sich wirkungsvolle IBM Forschungs- und Entwicklungsstellen. Mit diesem weltweiten Potential konnte auf den Hauptlinien des Absatzmarktes kein Konkurrent mithalten. Offen blieb für Außenstehende, wie lenkt, leitet und koordiniert man einen solch mächtigen Industriekomplex und dessen ständige Anpassung an die Markterfordernisse und den technischen Fortschritt ?

Das System 360 beinhaltet eine Reihe von Entwicklungsdetails mit bahnbrechender Wirkung und Tendenz zu Grundstandards für Datenverarbeitungsanlagen. Solche Fakten waren::

- *Übergang von festen Wortlängen zur universellen Informationseinheit Byte = 8 Bit,*
- *die Adresse einer Information wurde nicht mehr direkt angegeben sondern als Distanz zu einer Ausgangsbasis,*
- *strukturelle und ingenieurtechnische Definition der Schnittstelle zwischen Zentraleinheiten und Peripheriegeräten durch Standard – Interfaces,*

- die Peripherieeinheiten wurden für die peripheren Informationsflüsse mit einem Kanalkonzept bedacht (Interrupt),
- Einführung des Konzeptes der gespeicherten Mikroprogrammierung als Grundlage für die Auswechselbarkeit von Architekturstrukturen u.a.m.

In einer realistischen technologischen Einschätzung hat sich IBM für die weltweite Massenproduktion der Schaltkreise für Transistortechnik der „Solid Logic Technology“ entschieden und diese Bausteine in eigenen Bauelementefabriken entwickelt und produziert, Zuverlässigkeit rangierte vor schneller Einführung noch nicht erprobter Komponenten des technischen Fortschritts. Vorerst wurden für Computer nur spezielle professionelle Komponenten zum Einsatz gebracht, um den Bedingungen und der Nutzung in großen Kollektiven gerecht zu werden.

Alle Betrachtungen und Informationen wiesen darauf hin, die Erkenntnisse des Marktführers, die dieser in das System 360 eingearbeitet hatte, zu nutzen, unter Beachtung der Erfordernisse und Möglichkeiten und der stark abweichenden technischen Elementebasis der DDR.⁽³³⁾

Das System 360 wurde als verbindliche technische Grundlage und als Vorbild für die Entwicklung des ESER festgelegt. Alle Hard- und Softwarekomponenten des ESER mussten kompatibel zum System 360 sein. Zentrales Organ der MRK Rechentechnik war der „Rat der Chefkonstruktoren des ESER“. Jedes Teilnehmerland benannte seinen „Chefkonstrukteur“. Der Chefkonstrukteur der UdSSR leitete als „Generalkonstrukteur“ den Rat.

Der Rat der Chefkonstruktoren hatte die Verantwortung für:

- die Ausarbeitung der Pläne für alle Produkte und Systeme die im Rahmen des ESER entwickelt werden sollten
- die zeitliche und qualitätsgerechte Entwicklung aller technischen und programmtechnischen Mittel
- die Festlegung allgemeingültiger Standards für die Rechentechnik unter Bezug auf die verbindlichen Standards der UdSSR (GOST)
- die Durchführung internationaler Prüfungen von Funktionsmustern (ESER-Test)
- zukunftsorientierte Entwicklungsarbeiten

12 Spezialistenräte, mehrere ständige und zeitweilige Arbeitsgruppen, wurden zur Durchführung aller Arbeiten durch qualifizierte Fachleute geschaffen. (Anlage 1)

Der Spezialistenrat S 6 behandelte die Entwicklung von peripheren Speichern.

Alle Rechenmaschinen und peripheren Geräte des ESER erhielten eine Chiffre. (Anlage 2)

Diese Nomenklatur EC xxxx musste das Erzeugnis in allen Anwendungsfällen eindeutig identifizieren. z. B Magnetbandspeicher (1. Etappe ESER):

Entwickler	UdSSR	UdSSR/ VRB	DDR	UdSSR/ DDR	VRP	CSSR	UdSSR
ESER-Chiffre	EC 5010	EC 5012 / 5012.01	EC 5016	EC5017/ 5017.02	EC 5019	EC 5022	EC 5025*
Band-geschw.	2 m/s	2 m/s	1,5 m/	2 m/s	3 m/s	4 m/s	3 m/s

Aufzeichn.- verfahren	NRZI	NRZI	NRZI	NRZI	NRZI	NRZI	NRZI / PE
----------------------------------	------	------	------	------	------	------	-----------

*(keine Serienproduktion)

Zum Entwicklungsbeginn wurden vom Entwicklerland für jedes Produkt Technische Aufgabenstellungen, Technische Forderungen und zum Abschluß der Arbeiten Technische Prüfbedingungen sowie Technische Lieferbedingungen als „Technische Bedingungen“ aufgestellt .

Bis 1973 konnte in einem ersten Entwicklungsabschnitt des ESER von den Teilnehmerländern eine Standard-Befehlsliste und 60 Standards erarbeitet werden. 6 Rechner und etwa 100 periphere Geräte mit unterschiedlichen Leistungsparametern wurden entwickelt und alle Merkmale wie die gemeinsame Grundkonzeption , die Einheitlichkeit von Signalen, Daten und Befehlen sowie die obligatorischen Standards eingehalten.

Mit „ESER-Tests“ wurden die bei Entwicklungsbeginn vom Generalkonstrukteur oder den Spezialistenräten bestätigten Technischen Forderungen für Rechner und Geräte vorgeführt und nachgewiesen. Die Abrechnung erfolgte durch international besetzte Prüfungskommissionen.

Die Geräte der 1. ESER Generation wurden in 70 Werken produziert, in denen etwa 300 000 Beschäftigte arbeiteten. In den Jahren 1973 / 74 begannen die Arbeiten an einer neuen Rechnergeneration „ESER 2“. Diese Reihe orientierte sich an der Kompatibilität zum IBM-System 370 und erschien ab 1977.

Zu Beginn der Arbeiten wurde nach langwierigen Diskussionen zwischen den Fachleuten, Betrieben und staatlichen Organen und nach den offiziellen Länderabstimmungen für die Teilnahme der DDR am ESER festgelegt: die DDR übernimmt die Entwicklung- und Produktion des Modells 40 der ESER Reihe 1, ausgewählte Geräte der Peripherie und konzentriert sich bei der Softwareentwicklung auf das Betriebssystem DOS. Zeiss wurde die Entwicklung und Produktion von ESER – kompatiblen Magnetbandspeichern übertragen.

2.2.2. Magnetbandspeicher ZMB 51 / EC 5016 – der steinige Weg ins ESER ⁽³⁴⁾

1967 wurde in der DDR die Konzeption eines neuen Rechnersystems „R 400“ mit drei aufwärts kompatiblen Zentraleinheiten ausgearbeitet. Ein Standard-Interface bildete die Voraussetzung für eine beliebige Aus-, Auf- oder Nachrüstung der Anlage durch unterschiedliche Peripheriegeräte und Hersteller. Das erreichte man durch eine Vereinheitlichung der Signale, Befehle und Datenstrukturen sowie der Anschlussbedingungen. Diese verbindlich einzuhaltenden Interface-Bedingungen bildeten die Voraussetzung für die arbeitsteilige Entwicklung und Produktion der peripheren Geräte für diese Anlagen, in die Werke in Sömmerda, Jena/Gera, Hermsdorf, Dresden, Radeberg, Meinigen und ausländische Zulieferbetriebe einbezogen wurden. Grundsätzlich durften nur komplett vorgeprüfte und kontrollierte Geräte zur Ausstattung des R 400 geliefert werden.

Zeiss übernahm in diesem Rahmen die Entwicklung des Magnetbandspeichers ZMB 51 und orientierte die Pflichtenheftdaten ausschließlich auf die Forderungen der Anlage R 400. Diese wurden dann etwas später mit der Gründung des ESER als Magnetbandspeicher mit der Chiffre EC 5016 übernommen und vom Spezialistenrat S 6 abstrichslos bestätigt.

Unter der Leitung von Klaus Heuer wurde der ZMB 51 / EC 5016 der erste komplett bei Zeiss entwickelte Magnetbandspeicher. Sicherheit der Datenübertragung und der Zuverlässigkeit der Geräte beim Anwender erhielten höchste Priorität bei der Realisierung. Die Übernahme der Entwicklung und Produktion des 9-Spur Magnetkopfes AW 56 sicherte, dass alle funktionsbestimmenden Komponenten der Speicher nunmehr von Zeiss auch selbst gefertigt wurden.



Abbildung 9: Magnetbandspeicher ZMB 51 , EC 5016

Gegenüber dem Magnetbandspeicher ZMB 30 wurde die Sicherheit der Datenübertragung um das 100-fache erhöht und ein 24-Stundenbetrieb ermöglicht. Der Temperaturbereich wurde erhöht auf 15 bis 35 °C und die Anforderungen an die Staubfreiheit am Einsatzort wesentlich reduziert.

Die Erhöhung der Übertragungsrate der Daten sowie die Reduzierung der Rückspulzeit auf ≥ 3 min erhöhten wesentlich die Effizienz beim Anwender.

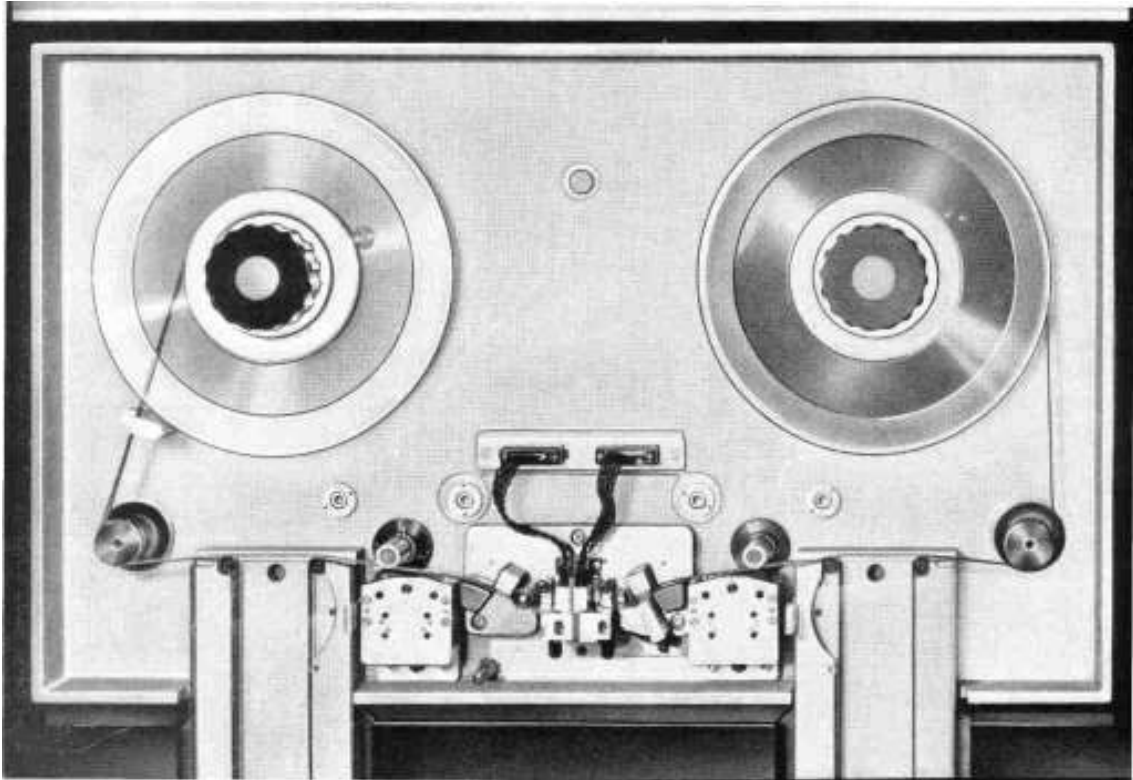


Abbildung 10: ZMB 51 / EC 5016 Transportlaufwerkplatte

Mit dem ZMB 51 entstand ein leistungsfähiger Magnetbandspeicher, der durch Realisierung der ISO-Forderungen den Austausch von Datenträgern zwischen NSW- und ESER Anlagen ermöglichte und der auch physikalisch anschlussfähig an IBM-kompatible Steuergeräte war.

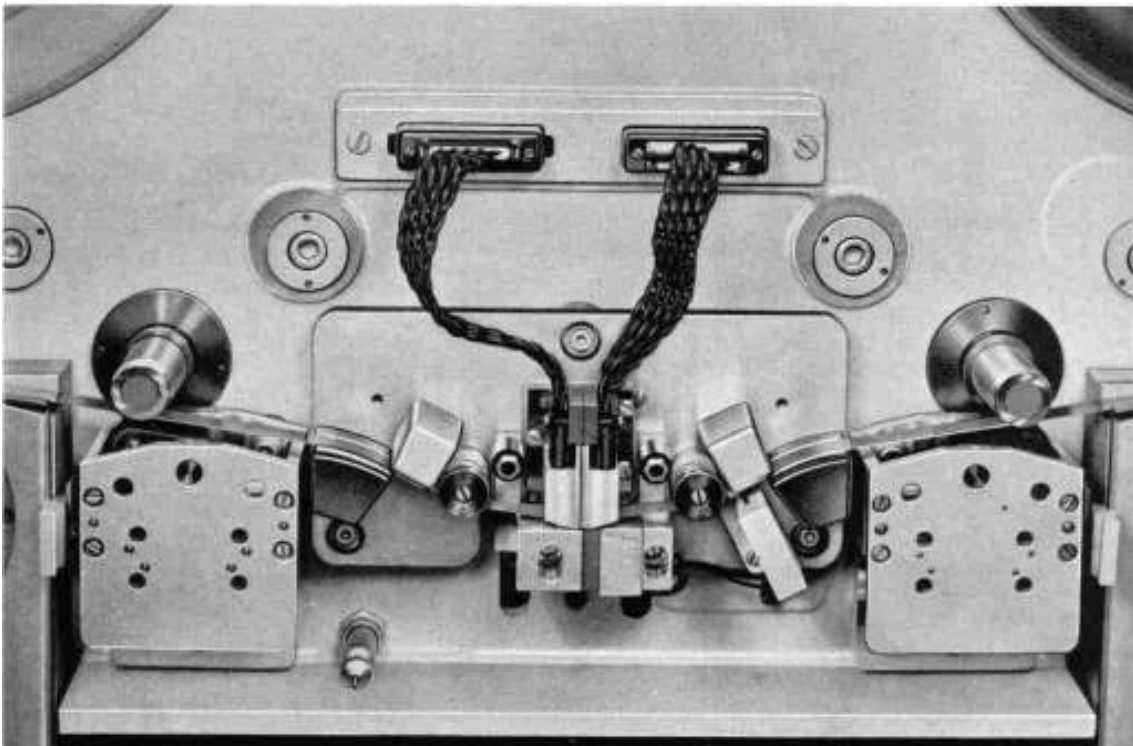


Abbildung 11: ZMB 51 / EC 5016 Kopträgerplatte

Zunächst war vorgesehen, im Zeitraum 1971-1975 den Speicher ZMB 51 ausschließlich zur Ausstattung der Robotron Rechenanlage R 400 zu liefern.

Mit dem Auftrag, bei Zeiss ESER-kompatible Speicher zu produzieren verfolgte die Zeiss-Leitung, insbesondere der Generaldirektor Ernst Gallerach, die Konzeption, nun nicht nur den DDR-Bedarf von Robotron zu decken, sondern den bei den Länderabstimmungen von der UdSSR avisierten Jahresbedarf von 20.000 Magnetbandspeichern durch die lukrative Produktion und den Export von Zeiss – Speichern zugleich die Ökonomisierung des Unternehmens weiter wesentlich zu stärken.

Anfangs wurde dazu eine Produktion von 12.500 Speichern pro Jahr vorgesehen. Diese Stückzahl wurde später auf 5.000 Stück pro Jahr reduziert. Dieses Ziel erforderte in jedem Fall neue extensive Erweiterungen und Investitionen. Der Standort Gera war dafür nicht mehr ausreichend.

Pläne zur Schaffung einer neuen Produktionsstätte für Magnetbandspeicher einer neuen Produktionsstätte in Jena – Göschwitz und Vorschläge über weitere Produktionsverlagerungen von Zeiss in andere Betriebe wurden relativ wohlwollend und schnell durch die staatlichen Organe entschieden. Für den Aufbau des Produktionssystems Göschwitz wurden insgesamt 450 Millionen Mark aufgewendet. Es wurde für die Fertigung von Magnetbandspeichern in großen Stückzahlen konzipiert. Die vollklimatisierte Halle 1 verfügte über eine Produktionsfläche von 58.265 m².

Das neue Werk nahm offiziell am 01.09.1970 den Betrieb auf. Die Fertigung des Magnetbandspeichers ZMB 51 begann dort 1971.⁽³⁵⁾



Abbildung 12: ZMB 51 / Blick in die Montagehalle Werk 1 in Göschwitz



Abbildung 13 : ZMB 51 / Endprüfplatz für Magnetbandspeicher

Auf der Leitung von Zeiss lastete nun ein ungeheurer Druck, diese Fertigungsstätte schnell produktionswirksam zu machen und vor allem den geplanten Export der Speicher in die UdSSR zu verwirklichen.

Grundlage für einen Export eines ESER-Gerätes war der erfolgreiche Abschluss einer Funktionsmusterprüfung durch eine international besetzte Prüfungskommission. Dem vorausgehend war vorab ein positiv abgeschlossener nationaler Test erforderlich. Den nationalen Test hatte der ZMB 51 / EC 5016 vor den ASMW und Robotron bestanden. Im September 1970 fand daraufhin der ESER-Test in Gera statt., der vom Leiter des Spezialistenrates S6 / Makurotschkin (UdSSR) geleitet wurde. An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass im ESER neben der internationalen Durchsetzung der technischen Spielregeln, nationale Interessen erhebliche Konkurrenzsituationen schufen, wenn es um die Produktion und den Export der entwickelten ESER-Geräte ging. Diese beeinflussten auch in einem bestimmten Maße die Bewertung der erreichten Ergebnisse in den ESER Prüfungen. In Bulgarien z.B. war ein starkes Entwicklungszentrum für magnetomotorische Speicher und ein neues Werk zur Fertigung von Magnetband- und Wechsellplattenspeichern entstanden. Die Bulgaren standen damit ebenfalls unter einem großen Erfolgsdruck. Sie mussten ebenso wie wir ihre Lieferungen in die UdSSR sichern.

Unter diesem Stern fand nun der ESER-Test des EC 5016 statt. Grundlage der Prüfung waren die bestätigten technischen Forderungen des Gerätes. Der Test wurde abstrichslos bestanden (Datensicherheit - ok / Zugriffe zu einer einmal aufgezeichneten Information - ok / Bandabrieb - ok / Start -Stopp-Folgefrequenz - ok u.a.).

Um so größer war das Erstaunen und Unverständnis der DDR Vertreter von Zeiss und Robotron als Makurotschkin/UdSSR und Arschinkow/Bulgarien das verwendete Antriebssystem des EC 5016 als veraltet bezeichneten und vorschlugen, den Speicher nicht für die Anwendung im ESER zuzulassen! Eine Nichtbestätigung des ESER-Tests

hätte katastrophale Folgen gehabt, Robotron hätte diese Speicher in ihren Anlagen nicht einsetzen dürfen, der vorgesehene SU-Export wäre nicht zustande gekommen. Damit wäre für die Bulgaren die leidige Konkurrenz weg gewesen und der Weg frei für Lieferungen großer Stückzahlen in die UdSSR.

Worin bestand das Problem?

Das beim ZMB 51 angewendete Doppelcapstan Antriebssystem (2 Gummiandruckrollen) war ein Kompromiss an die Verfügbarkeit geeigneter Motoren in der DDR. Schrittmotoren, Scheibenläufermotoren oder Motoren mit Hohlanker, also alles Motoren mit extrem niedrigem Trägheitsmoment, standen nicht zur Verfügung. So gab es, wenn verfügbare Bauelemente verwendet werden mussten, keine Alternative zu einem Antrieb mit Doppelcapstan und Gummiandruckrollen.

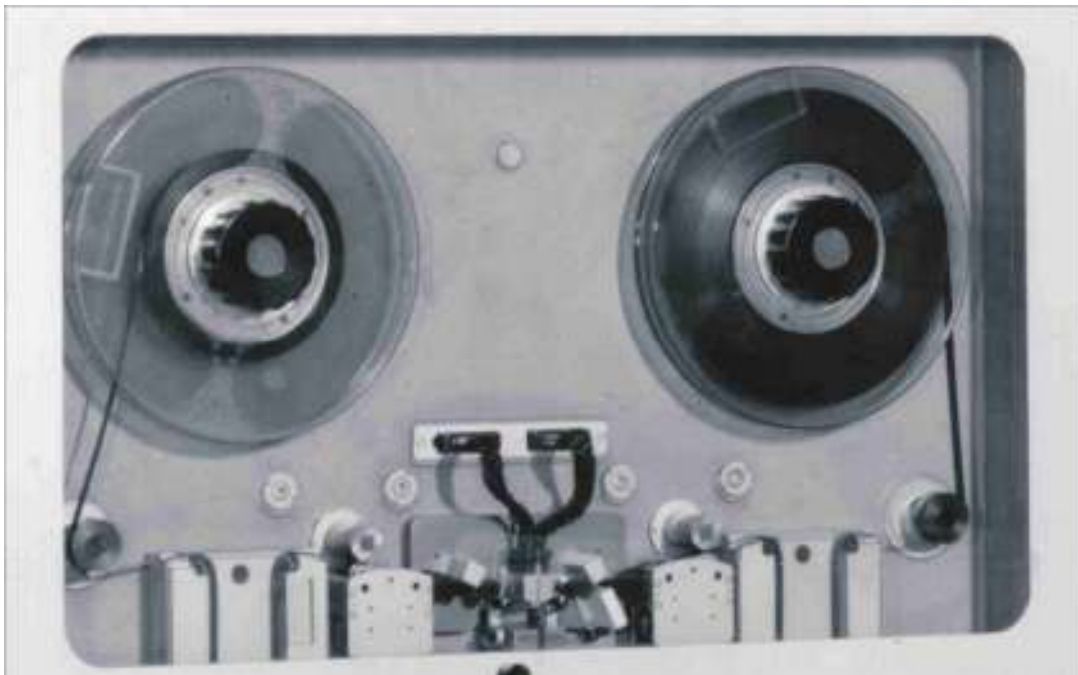


Abbildung 14: ZMB 51 / Transportlaufwerk mit 2 Bandandruckrollen

Geräte mit Doppelcapstan besitzen zwei entgegengesetzt rotierende, an Synchronmotoren gekoppelte Antriebswellen und transportieren je nach Andruck der entsprechenden Gummiandruckrolle das Magnetband, im Start-Stopp-Betrieb, in die erforderliche Richtung (Vorlauf, Rücklauf).

Bei der Verwendung von Marken – Magnetbändern (Scotch, Kodak, BASF u.a.) ergaben sich bei der Anwendung keine relevanten Probleme. Zum Zeitpunkt der Entwicklung des ZMB51 / EC 5016 standen derartige Magnetbänder aber aus eigener Produktion noch nicht zur Verfügung. Die neue Magnetbandfabrik in Dessau hatte noch nicht zu produzieren begonnen. Zeiss war also auf die im ORWO Versuchsfeld hergestellten Bänder angewiesen. Anfänglich wiesen diese Bänder noch eine Reihe von Mängeln auf, insbesondere bei der Abriebfestigkeit der Magnetschicht, bei der Anzahl der Fehlstellen (Drop-outs) und bei der Lagerfähigkeit. Diese wurden später den internationalen Qualitätsansprüchen voll gerecht. Aber mit den ersten ORWO-Bändern konnte man bandschonend nur auf Zeiss-Geräten arbeiten, nicht aber auf den NSW-Geräten der Marktführer.

Zweifellos werden beim Doppelcapstan die Bänder höher beansprucht als beim Single-Capstan Prinzip. Zeiss beherrschte aber damals bereits das Doppelcapstan-Verfahren

technisch perfekt und wies später an mehreren tausend Geräten seine Zuverlässigkeit nach.

Zum Zeitpunkt des ESER-Tests half das wenig, hier stand Meinung gegen Meinung und es kam zu prinzipiellen Auseinandersetzungen zwischen den Delegationen von Bulgarien und der UdSSR auf der einen und der DDR auf der anderen Seite. Die Delegation der CSSR verhielt sich neutral.

Nach intensiver Beratung wurde folgender Kompromiss ausgehandelt:

„Der Magnetbandspeicher EC 5016 ist bedingt für das ESER freigegeben“

Damit konnte der ZMB 51/EC 5016 im Verband der Anlage R 400 (später EC 1040) von Robotron eingesetzt und mit diesen Anlagen auch exportiert werden. Damit war zunächst ein Teilerfolg zur Sicherung des Robotron-Programms gegeben.

Die erreichbare Stückzahl, ohne einen SU-Export, lag jedoch gravierend unter der zur effektiven Auslastung des neuen Werkes in Göschwitz notwendigen. Alle Signallampen bei Zeiss wurden damit schlagartig auf „Rot“ gestellt, denn ein solcher Ausfall war durch nichts zu kompensieren.

Die erste Runde des Konkurrenzkampfes um die Magnetbandspeicher ging zweifelsohne an die Bulgaren.

Dem Vertreter der sowjetischen Seite war natürlich klar, dass eine solche Entscheidung (noch dazu mit einer fadenscheinigen Begründung) zu massiven Protesten, auch auf hohen Ebenen führen würde. Er unterbreitete deshalb den Vertretern von Zeiss noch während des ESER-Tests den Vorschlag den ZMB 51 so zu modifizieren, dass eine Anwendung im Verbund mit der sowjetischen Anlage MINSK 32 möglich ist. Die SU konnte hier ihren Bedarf an Magnetbandspeicher nicht decken und es wären Verträge mit großen Stückzahlen zu erwarten. Die Hürde EC5016 „kein reines ESER-Gerät“ kann so umgangen werden, da die EDVA MINSK 32 erwartungsgemäß auch keine ESER-Anlage sei.

Die Zeiss Führung fühlte sich düpiert, hatte aber mit ihren neuen Projekten und Investitionen soviel interne Probleme zu bewältigen, dass auf jeglichen Protest verzichtet wurde. Der Not gehorchend und nicht dem inneren Triebe entstand so die Aufgabe zur Entwicklung des Speichers ZMB 61.

Die Bulgaren sahen sich mit dieser Entscheidung nun endgültig am Ziel, Zeiss nachhaltig als Konkurrent auf dem Gebiet des Exports von ESER-kompatiblen Magnetbandspeichern in die UdSSR verdrängt zu haben.

Robotron dagegen hat bis 1975 über 2.000 Stück ZMB 51 / EC 5016 in der von Zeiss konzipierten Form mit Doppelcapstan-Bandantrieb und ORWO-Magnetbändern erfolgreich mit ihren Rechenanlagen gekoppelt und verkauft.

2.2.3. ZMB 61 - Zeiss Magnetbandspeicher für die EDVA MINSK 32 ⁽³⁶⁾

Die Entwicklung und Produktionsüberleitung des ZMB 61 fand unter äußerstem Zeitdruck statt. Der Export von 1.000 Magnetbandspeichern im Jahr 1971 wurde von der Zeiss-Leitung als Minimalziel vorgegeben und fest eingeplant. Der damit zu erreichende Gewinn würde zwar bei weitem nicht den mit den neuen Investitionen zu erreichenden wirtschaftlichen Zielstellungen entsprechen, aber mit Anlaufproblemen angemessen begründet werden können. Eine Einflussnahme auf eine realistische Planung dieser Aufgabe war zu diesem Zeitpunkt bereits nicht mehr möglich.

Also wurden alle Ebenen auf dieses Ziel eingeschworen.

Die wesentlichsten Aufgaben zur technischen Veränderung des ZMB 51 bestanden in

- der Erhöhung der Bandgeschwindigkeit auf 2 m/s

- die Anpassung des Interfaces an das Steuergerät der MINSK 32
- die Sicherung der Datenkompatibilität mit dem Magnetbandspeicher NML 67 aus sowjetischer Produktion, um einen problemlosen Austausch der Magnetbänder

zu gewährleisten



Abbildung 15: Magnetbandspeicher ZMB 61

Parallel dazu wurde mit Unterstützung staatlicher Stellen am Abschluß kurz-, mittel- und langfristiger Verträge zum Export der Speicher in die UdSSR gearbeitet. Hauptpartner waren das Ministerium für Radioindustrie und das Außenhandelsorgan Elektronorgtechnika.

Aber auch hier entwickelten sich die Dinge außerordentlich zählebig, ein erfolgreicher Kopplungstest des ZMB 61 mit der EDVA MINSK 32 war die Voraussetzung für den Vertragsabschluss zur Lieferung der Geräte. Innerhalb von nur 7 Monaten erfolgte in Gera die Entwicklung und der Bau von mehreren Funktionsmustern. Der schnelle Beginn der Arbeiten war möglich, weil einige Rechner vom Typ MINSK 32 schon von der DDR importiert worden waren, eine komplette technische Dokumentation vorlag und Robotron über entsprechend eingearbeitete Kundendienstingenieure verfügte. Im Mai 1971 konnten, unter Leitung von Wolfgang Liebold, mit dem Werk „Ordschonikidse“ in Minsk Programm und Methodik der Prüfung abgestimmt und der Kopplungstest des ZMB 61 an der MINSK 32 erfolgreich abgeschlossen werden.

Harte Preisverhandlungen und Arbeiten zur Sicherung des sog. Erstzeilestocks schlossen sich an. Forderungen der sowjetischen Seite z.B. zur Lieferung von 60 Stück Magnetbändern pro Speicher waren dazu ebenfalls zu lösen (Lieferung erfolgte durch ORWO direkt). Mit jedem Monat der Verhandlungen schrumpfte die realistische Möglichkeit noch 1.000 Speicher zu liefern, was die russischen Verhandlungspartner natürlich laut und deutlich zum Ausdruck brachten, zumal die Produktion der MINSK 32

auch nicht so anließ wie geplant, und der ZMB 61 zu dieser Zeit überhaupt noch nicht benötigt wurde. Ein Liefervertrag zu diesem Zeitpunkt war für den russischen Partner eigentlich wirtschaftlicher Unsinn und nur zu verstehen, wenn dazu politischer Druck ausgeübt worden ist, was man rückwirkend gesehen als sicher annehmen kann.

So gelang es doch noch , auch dank der außerordentlichen Initiative und Einflussnahme der Zeiss Außenhändler unter Leitung von Hans Erlenbeck, zur Leipziger Herbstmesse 1971 den ersten Vertrag zur Lieferung von 500 Stück ZMB 61 im Jahr 1971 zwischen dem Außenhandelsunternehmen Elektronorgtechnika und Zeiss abzuschließen.

Diese erzwungenen Liefertermine führten wiederum zu hektischer Betriebsamkeit bei der Überleitung und Fertigung der Speicher bei Zeiss. Die neuen technischen Lösungen wurden nicht mehr im vollen Umfang erprobt. Weiterhin entstanden Mängel in der Ausführung durch ungenügende Einarbeitung und Kontrolle der neuen Arbeitskräfte. Das alles wurde nicht sofort sichtbar, weil man die Geräte in Minsk nicht unmittelbar nach Anlieferung weiter verwenden konnte. Da es nach wie vor noch Anlaufprobleme bei der Minsk 32 gab, lagerte man die ZMB 61 mangels geeigneter Lagerflächen einfach bei Wind und Wetter, in einer dafür nicht vorgesehenen Transportverpackung, auf einem Feld unter freiem Himmel.

Als dann die ersten Speicher benötigt wurden sah man das Dilemma, denn im Boden der Verpackungshülle hatte sich während der „Überwinterung“ bei Regen, Schnee, Kälte und Sonne eine mehrere Liter große Wassermenge angesammelt, die bei jedem Entfernen der Verpackung erst „entsorgt“ werden musste. Dies und weitere Schwierigkeiten bei der Kopplung mit der MINSK 32 hatten einen Lieferstopp der Geräte zufolge.

Bei Zeiss führte das zu einer hochgradigen Sensibilisierung der Situation. Mit der schnellstmöglichen Auflösung der entstandenen Probleme beauftragte man Sigmar Müller als neuen Werkdirektor und Klaus-Dieter Gattnar als neuen Entwicklungsleiter. Dr. Helmut Luck als ebenfalls neuer 1. Stellvertreter des GD führte ab sofort erfrischende Rapporte zur Auflösung der Situation durch.

In Gera arbeitete man mit Hochdruck an der Behebung der erkannten Schwachstellen und stellte ein „Änderungspaket“ für die Nachrüstung der bereits gelieferten Geräte zusammen. In einer aufwändigen Aktion wurde daraufhin in der Zeche 40 des Minsker Werkes die Nachrüstung der bereits gelieferten Speicher, unter engagierter Beteiligung der Minsker Spezialisten, organisiert und durchgeführt. Nach Abschluss dieser Aktion und einem erfolgreichem Test wurde vom Werk Minsk wieder die Lieferfreigabe erteilt. Umfassende Zeiss-interne Maßnahmen zur Qualitätssicherung in der Magnetbandspeicherfertigung waren eine weitere Schlussfolgerung .

Danach, im Zeitraum 1972 bis 1975, lieferte Zeiss ca. 4.800 Magnetbandspeicher ZMB 61 mit dem Doppelcapstan-Bandantrieb zur Zufriedenheit der Anwender in die UdSSR. Damit war der erste Schritt zur Exportsicherung der Speicher und zur Auslastung der neu geschaffenen Produktionsflächen im Werk 1 in Jena-Göschwitz getan.

2.2.4. EC 5017.02 – der Weg zum begehrtesten ESER – Magnetbandspeicher⁽³⁷⁾

Die Vorgänge um den Anlauf des Speicher-Exportes in die UdSSR veranlassten Zeiss zu grundsätzlichen Maßnahmen zur Gewährleistung langfristig stabiler Lieferbeziehungen. Insbesondere musste eine Strategie gefunden werden, die eine feste Bindung der sowjetischen Seite an unsere Gerätelieferungen sicherstellte, zumal vorzusehen war, dass auch die MINSK 32 in absehbarer Zeit durch ESER-Rechner ersetzt wird.

Die Anfang 1972 von Zeiss in kurzer Zeit organisierte qualitätsgerechte Lieferung des ZMB 61 und die sich positiv mit dem Werk Minsk auf allen Ebenen entwickelnden direkten Arbeitskontakte schufen die Voraussetzungen dafür, dass wir nun auch in der UdSSR Partner bekamen, die an der Lieferung von Zeiss-Magnetbandspeichern Interesse hatten.

Mit Hilfe des Werkes „Ordschonikidse“ in Minsk und des Ministeriums für Radioindustrie wurde im April 1972 von Zeiss eine Anwenderkonferenz in Moskau durchgeführt, die wesentlich neue Erkenntnisse über die extrem unterschiedlichen Anforderungen an die Einsatz- und Transportbedingungen der Magnetbandspeicher vermittelte, wenn diese z.B. in Sibirien oder im Mittelasiatischen Raum eingesetzt werden sollten. Diese Erkenntnisse bildeten eine wichtige Grundlage zur Ausarbeitung von neuen methodischen Richtlinien zur Entwicklung, Überleitung und Qualitätssicherung künftiger Magnetbandspeichergeräte sowie zur Dimensionierung der Ersatzteillieferungen, speziell für die russischen Anforderungen.

Der Generaldirektor des Minsker Werkes, Reut, veranlasste über seine guten politischen Beziehungen, den Besuch einer hochrangigen sowjetischen Delegation mit einem Vertreter des ZK der KPdSU der UdSSR und dem Generalkonstrukteur des ESER, Larionow, bei Zeiss. Ziel war, die bei Zeiss geschaffenen Potenzen und Möglichkeiten der Speicherfertigung als Grundlage für die Entwicklung und Lieferung von ESER-Geräten verbindlich einzuordnen und die Auslastung des Werkes in Göschwitz nach dem Auslauf des ZMB 61 zu gewährleisten, der 1975 erfolgen sollte.

Im Ergebnis wurde von der sowjetischen Seite vorgeschlagen, den vom Moskauer Institut für Rechentechnik NIZEWT entwickelten Magnetbandspeicher EC 5017 als Lizenzgerät bei Zeiss zu produzieren, zumal er nach dem vom Spezialistenrat S6 geforderten Single-Capstan-Prinzip arbeitete. Bereits im Juni 1972 konnten Spezialisten von Zeiss, Robotron und Vertreter wichtiger Zulieferbetriebe in Moskau das Gerät kennen lernen und detailliert in die konstruktive Dokumentation Einsicht nehmen.⁽³⁸⁾

Das vorgestellte Gerät und die konstruktive Dokumentation befand sich auf dem Niveau eines Funktionsmodells, das mit dem Ziel des Einsatzes auch im militärischen Bereich als Gerät der Kategorie I entwickelt wurde. Das stellte besondere Anforderungen an die Transport- und Einsatzbedingungen der elektronischen Bauelemente und andere Komponenten.

Der Speicher war als Grundtyp zur Anwendung im ESER in den Modellen EC1020 bis EC 1060 vorgesehen und erlaubte verschiedene Modifikationen. Als Produktionszeitraum waren 5 Jahre und mehr geplant.

Im Ergebnis der Bekanntmachung gaben die Jenaer Spezialisten folgende Empfehlung ab:

Der Magnetbandspeicher EC 5017 kann, ausgehend von seiner grundsätzlichen Bedeutung für die ESER-Konzeption der UdSSR, für das Werk 1 über einen längeren Zeitraum eine stabile Grundlast bilden. Er würde damit die bestehende Lücke zwischen dem fehlenden Vorlauf auf dem Gebiet der Speicherentwicklung und den Produktionsanforderungen schließen.

Die Überleitung und direkte Produktionsaufnahme des Speichers ist nicht möglich. Die Überleitung erfordert neben einer gründlichen konstruktiv-technologischen Überarbeitung zur Serienproduktion vor allem umfangreiche Änderungen und Verbesserungen sowie kostensenkende Maßnahmen bei der Umentwicklung des EC 5017 vom Gerät der ersten zum Gerät der zweiten Kategorie

Zusammenfassend stellt die Delegation fest, dass die Übernahme des Speichers EC 5017, bei aller Kompliziertheit der noch zu lösenden Aufgaben, die sicherste und

kürzestmögliche Lösung zur Auslastung des Werkes 1 auf dem Gebiet der Magnetbandspeicher ist. ⁽³⁹⁾

Die Entscheidung zu einer Lizenznahme war zu diesem Zeitpunkt mit erheblichen Risiken verbunden. Das betraf im wesentlichen folgende Punkte:

- technisches Risiko (Neuentwicklung von Bauelementen und Komponenten, neue konstruktive und technologische Lösungen)
- betriebswirtschaftliches Risiko (Preisverhandlungen nicht geführt und abgeschlossen)
- Vertriebsrisiko (verbindliche Exportstückzahlen noch nicht vertraglich gesichert)

Aus heutiger Sicht lagen damit fast unüberwindliche Hürden für Zeiss und alle Kooperationspartner zur Entscheidung einer Lizenznahme vor. Der Anreiz zu einer positiven Entscheidung bestand darin, dass mit einer Lizenznahme plötzlich bei allen Beteiligten aus der UdSSR neben dem Prestigegewinn ein handfestes wirtschaftliches Interesse am erfolgreichen Gelingen eines solchen Vorhabens bestand. Damit würden alle wieder in einem Boot sitzen.

Im Vertrauen auf die Wirksamkeit dieser Mechanismen wurde mit der Auflage, die Risiken in kürzester Frist zu beseitigen, die Genehmigung zur Lizenznahme durch die staatliche Organe der DDR erteilt. Auf Zeiss und den Verantwortlichen für die Realisierung lastete mit dieser Entscheidung große Verantwortung und großer Druck, um diese Risiken nicht wirksam werden zu lassen.

Heinrich Pemsel und Klaus-Dieter Gattnar wurden mit den Lizenzverhandlungen beauftragt.

Der Lizenzvertrag zum EC 5017 wurde am 14.06.73 in Moskau abgeschlossen. Dafür waren von Zeiss folgende Zahlungen zu leisten:

- | | |
|-----------------------|---|
| - 100.000 Rbl | 15 Tage nach Inkrafttreten des Vertrages |
| - 200.000 Rbl | nach vollständiger Übergabe der konstruktiven Dokumentation |
| - Stücklizenzgebühren | |
| | 1,6 % vom Verkaufspreis bei Verkauf bis 13.000 Stück |
| | 1,4 % vom Verkaufspreis bei Verkauf über 13.000 Stück |

Für die Entwicklung des EC 5017 vom Lizenzgerät im Laborzustand bis zum Magnetbandspeicher EC 5017.02 mit hohen Zuverlässigkeitsparametern für eine Großserienproduktion standen 18 Monate zur Verfügung. Von großem Vorteil war, dass die bei der bisherigen Speicherentwicklung erworbenen konstruktiv-technologischen Erfahrungen und das Zusammenwirken aller beteiligten Bereiche voll im Entwicklungs- und Überleitungsprozess zum Tragen kamen. Das Ziel bestand darin 1975 die ersten neuen Speicher zu produzieren und zu liefern sowie die Produktion des ZMB 51/EC 5016 und des ZMB 61 einzustellen.

Die Grundkonzeption des Lizenzgerätes beruhte auf einer äußerst robusten Gestaltung, um den für eine militärische Anwendung (Gerät der Kategorie I) erforderlichen Einsatz-, Transport-, Klima- und Lagerbedingungen zu entsprechen.



Abbildung 16: Magnetbandspeicher EC 5017.02

Dieser Fakt kam uns bei der Ausführung des Bandlauftraktes sehr entgegen. Da das Gefäßsystem genügend Steifigkeit besaß, waren keine besonderen Maßnahmen zur Entkopplung von Gehäuse und Laufwerkplatte erforderlich. Ein Vorteil, der für alle Komponenten des Bandlauftraktes galt. Im Gegensatz zum Lizenzgerät konnten alle Baueinheiten von einer Ebene aus montiert werden und so teurerer Justieraufwand vermieden werden.



Abbildung 17: EC 5017.02 Single-Capstan-Antrieb

Das Single–Capstan-Prinzip für den Bandantrieb gestattete die Elemente, die mit dem Magnetband während des Betriebes in Berührung kamen, auf ein optimales Maß zu reduzieren. Das führte zu einer hohen Zuverlässigkeit bezüglich auftretender Datenfehler

Der Bandantrieb erfolgte durch einen in der CSSR neu entwickelten trägheitsarmen HSM-Motor. Das Masseträgheitsmoment der Bandantriebsrolle konnte durch Kohlefaser-Verbundwerkstoffe erheblich reduziert werden. Der für einen schlupffreien Bandtransport maßgebliche Reibbelag wurde aus einem speziellen Polyurethan mit sehr kleiner Dicke und einer speziellen Profilierung zur Vermeidung eines unerwünschten Luftfilmes zwischen Magnetband und Antriebsrolle gefertigt. Durch die Anwendung Zeiss-typischer Technologien zur Herstellung der Geberscheibe konnte das Masseträgheitsmoment um den Faktor 40 verringert werden, bei gleichzeitiger Erhöhung der Impulse pro Teilung von 120 auf 650. Der Abstand der Tachometerimpulse verringerte sich um den Faktor 10. Damit konnte die Start-Stopp-Folgefrequenz des Lizenzgerätes von 25 Hz beim EC 5017.02 auf 100 Hz erhöht und eine maximale Sicherheit des Start–Stopp-Betriebes beim Vor- und Rückwärtslesen des Magnetbandes geschaffen werden.

Mit der Entwicklung einer neuen Typenreihe von Gleichstromstellmotoren (GSM) im Elektromotorenwerk Hartha, sowie durch geeignete elektronische Ansteuerungen, wurden wesentliche Voraussetzungen für leistungsfähige, nahezu wartungsfreie und zuverlässige Antriebe der Magnetbandspulen geschaffen, erhöhte Sicherheiten für den Havariefall eingeschlossen.

Bei der Gestaltung des Bandlauftraktes wurde besonderer Wert auf den schonenden Betrieb des Magnetbandes gelegt. Die Kennlinien der Bandpuffer waren so gestaltet, dass der Bandzug im Start–Stopp–Betrieb weit unter den vom Bandhersteller vorgeschriebenen Werten lag. Die mit hoher Präzision und definierter minimaler Oberflächenrauigkeit gefertigten Bandpuffer und deren Führungselemente waren ebenfalls maßgebliche Faktoren für den bandschonenden Betrieb und die hohe Zuverlässigkeit des EC 5017.02.

Um eine extrem hohe Betriebszuverlässigkeit der elektronischen Baugruppen zu erreichen, durfte jedes eingesetzte Bauelement max. mit dem Faktor 0,6 ausgelastet werden, jede Abweichung davon bedurfte einer Zustimmung durch den Entwicklungsleiter

Das Kernstück des Bandlauftraktes hinsichtlich der mechanischen Präzision war die Kopfträgerplatte mit dem Zeiss-Magnetkopf AW 56. ⁽²⁸⁾ Diese Baugruppe bestimmte im erheblichen Maße das von Zeiss mit dem EC 5017.02 erreichte Qualitätsniveau.

Ab Anfang 1975 konnten planmäßig die obligatorischen Tests durchgeführt werden (werksintern, national / ASMW, Kopplungstest Robotron mit EC 1040, ESER-Test, Kopplungstest in Minsk). Alle verliefen erfolgreich. Die nicht einfachen Preisverhandlungen mit dem sowjetischen Außenhandelsorgan „Elektronorgtechnika“ wurden auf der Grundlage solider Testergebnisse ebenfalls erfolgreich abgeschlossen.



ESER - Test des Zeiss - Magnetbandspeichers EC 5017

Makurotschkin / NIZEWT-Moskau
Leiter ESER-Spezialistenrat S6

H.Brückner / Zeiss Jena
Hauptkonstrukteur Magnetbandspeicher

Fokin / Nizewt-Moskau
Magnetkopfentwicklung

K.-D. Gattnar / Zeiss Jena
Leiter Magnetbandspeicherentwicklung

Prodzkjewitsch / Werk „Ordschonikidse“ / Minsk
Leiter Magnetbandspeicherentwicklung

Abbildung 18: EC 5017.02 ESER-Test bei Zeiss im Werk Göschwitz

Große Anstrengungen wurden unternommen um die Qualität der Magnetbandspeicher bei der Serienfertigung von mehreren tausend Stück pro Jahr durchgängig sicherzustellen. Neben umfassenden Qualifizierungsmaßnahmen wurde ein spezielles Qualitätssicherungssystem entwickelt und in Abhängigkeit der Anforderungen an die Bauelemente, Teile und Baugruppen des Speichers entsprechend detaillierte Prüfschritte festgelegt.

Nach der Inbetriebnahme absolvierte jedes Gerät einen Dauertest von 70 Stunden zum Abfangen der Frühausfallphase. Die Endabnahme erfolgte für jedes Gerät an den dafür konzipierten ESER-Steuergeräten und EDV-Anlagen.

Zum Nachweis der Zeitverschiebung dienten als Eichnormale sog. „skew-Mutterbänder“, die einem strengen Kontroll- und Prüfzyklus unterlagen und auf spez. Anlagen mit engen Toleranzen hergestellt wurden.

Für die Lieferungen in die UdSSR war von ausschlaggebender Bedeutung, den Einsatz der Geräte in den verschiedensten Klimazonen (von Sibirien bis Mittelasien) durch anspruchsvolle Einsatz-, Transport – und Lagerbedingungen zu garantieren, (z.B. rel. Luftfeuchte 95 %, -50° bis + 50°C).



Abbildung 19: EC5017.02 Innenansicht

Darüber hinaus forderten die russischen Kunden einen extrem umfangreichen Ersatzteilstock.



Abbildung 20: EC 5017.02 Ersatzteilstock

Mit diesen und vielen anderen Parametern ausgerüstet wurde der EC 5017.02 zum begehrtesten Magnetbandspeicher des ESER. Jeder Kunde in der UdSSR verlangte damals beim Kauf seiner Rechenanlage die Magnetbandspeicher von Zeiss. Sehr zum Leidwesen der anderen Speicherproduzenten, vor allem der Bulgaren, deren vorübergehende Dominanz auf diesem Gebiet damit endgültig gebrochen war. Im Zeitraum von 1975 bis 1983 wurden ca. 20.000 Stück Magnetband-Speicher EC5017.02 produziert und vorwiegend exportiert. Zur Leipziger Frühjahrsmesse 1976 erhielt der Magnetbandspeicher EC 5017.02 die Goldmedaille.



Abbildung 21: EC 5017.02 Justierung und Testung an EDVA

1975 betrug der Anteil der Erzeugnisgruppe Magnetbandspeicher 21,8 % an der gesamten Industriellen Warenproduktion von Zeiss Jena.⁽⁴⁰⁾

Spätestens zu diesem Zeitpunkt war die mit der Aufnahme der Magnetbandspeicher verbundene wirtschaftliche Zielvorstellung zur Herausbildung eines Grundlastprogrammes mit hoher Wertschöpfung bei Zeiss erreicht. Es gelang sehr schnell den Fertigungsprozess effektiv zu gestalten. Die Selbstkosten betrugen ca. 65 %. Die Erzeugnisgruppe Magnetbandspeicher leistete damit bis 1985 einen erheblichen Beitrag zur wirtschaftlichen Stabilisierung des Unternehmens.

Erzeugnisgruppe	Anteil an der IWP im Jahr 1975
Magnetbandspeicher	21,8 %
Optische Analysenmeßgeräte	10,6 %
Technische Feinmessgeräte	9,2 %
Mikroskope	7,7 %
Geodätische Geräte	7,4 %
Optische Konsumgüter	6,9 %
Optikerbedarf	6,5 %
Photogrammetrische Geräte	5,5 %
Geräte der optischen Medizintechnik	3,6 %
Optische Bauelemente	3,2 %
Geräte für Mikrofilmtechnik	2,0 %
Fotolithographische Geräte	1,8 %
Numerische Meßwertgeber	1,7 %
Astronomische Geräte	1,5 %
Optische Militärgeräte	1,3 %
Sonstige Leistungen	9,3 %

2.3. EC 5002.03 – der Magnetbandspeicher für die Ära der 2. ESER-Generation

Mit der Weiterentwicklung der Rechentechnik im ESER, vor allem mit der Entwicklung von leistungsfähigeren Zentraleinheiten der Rechner EC 1040, EC 1055 im Kombinat Robotron und Anlagen in der UdSSR, EC 1050 und EC 1060, stiegen die Anforderungen an das Leistungsvermögen der peripheren Speichertechnik. Die Datenkanäle wurden wesentlich schneller und die Erweiterung der Speicherkapazitäten der Hauptspeicher ergab eine exponentielle Vergrößerung der anfallenden Daten, die archiviert werden mussten. Die Anforderungen an die Geschwindigkeit der Datenübertragung wurde durch sog. „Speicherabzüge“ bestimmt, die im Störfall den Erhalt der Daten durch die Auslagerung auf periphere Speicher sichern mussten. So war es eine logische Konsequenz, die Leistungsfähigkeit der Magnetbandspeicher den Erfordernissen der nächsten Rechnergeneration anzupassen. Mit dem EC 5002-03 waren dazu folgende technische und ökonomische Anforderungen zu lösen:

- Einführung des Aufzeichnungsverfahrens PE (phase encoding)
- wesentliche Erhöhung des Bedienkomforts
- Erhöhung der Bandgeschwindigkeit
- Erhöhung der Start-Stopp-Folgefrequenz

- Erhöhung der Zuverlässigkeit
- Reduzierung der Rückspulzeit des Magnetbandes
- Maßnahmen zur Senkung des Produktionsaufwandes
- Anwendung höher integrierter und leistungstärkerer Bauelemente

Die Entwicklung des EC 5002-03 baute auf den konstruktiv-technologischen Lösungen des Speichers EC 5017.02 auf.



Abbildung 22: Magnetbandspeicher EC5002.03

Mit der entwicklungsseitigen Realisierung des Aufzeichnungsverfahren PE stiegen die Anforderungen an den Magnetkopf und den Aufzeichnungs- und Wiedergabekanälen.

Die zeitlichen Bedingungen sowie die Anforderungen an die Signalfrequenz bedingten einen wesentlich höheren Bauelementeaufwand, der durch einen höheren Integrationsgrad der Bauelemente abgefangen wurde.

Das PE-Verfahren erforderte die sichere Verarbeitung der Aufzeichnungs- und Wiedergabesignale mit einer Frequenz von nunmehr max. 378 kHz. Bezogen auf den EC 5017-02 war das nahezu das Sechsfache der Übertragungsfrequenz. Dazu mussten folgende Parameter realisiert werden:

- Informationsdichte auf dem Magnetband 63 Byte / mm
- Flusswechseldichte 126 FW / mm
- Bandgeschwindigkeit 3 m/s

Die Funktionseinheiten Magnetkopf und die Aufzeichnungs- und Wiedergabeelektronik bildeten einen Schwerpunkt der EC 5002-03 Entwicklung.⁽²⁸⁾

Die bereits beim EC 5017-02 beschriebene Grundkonzeption des Bandantriebes gestattete die sichere Entwicklung der Baueinheit für die Bandgeschwindigkeit von 3 m/s und die Erhöhung der Start-Stopp-Folgefrequenz bis zu ca. 120 Hz. Bei diesem Betrieb wurde das Magnetband in einer Sekunde bis max. 120 Mal auf 3 m/s beschleunigt und wieder auf 0 m/s verzögert, dabei betrug die Toleranz beim Erreichen der Nennbandgeschwindigkeit $\pm 0,4\%$. Die Start-Stopp-Folge ist eine Funktion der Blocklänge der aufgezeichneten Information auf dem Magnetband, wobei die max. Folgefrequenz nur bei extrem kurzen Blöcken (wenige Bytes) zu realisieren war. Die Schwerpunkte der Entwicklung des Bandantriebes für 3m/s bestanden in der Erhöhung der Zuverlässigkeit durch die Anwendung höher integrierter Bauelemente, zuverlässiger Leistungsbauelemente und in der Reduzierung des Fertigungsaufwandes.

Wesentlichen Anteil an der Entwicklung des EC 5002-03 hatte die Automatisierung des Banderlegens. Die Wickelantriebe wurden so gestaltet, dass die Magnetbandspule mit oder ohne Cartridge (Verschlussring) nur lose auf die Spulenaufnahme gebracht werden musste, der weitere Ablauf

- Spannen der Spule
- Öffnen der Cartridge
- Bewegen des physikalischen Magnetbandanfangs bis zum Kern der Festspule
- Ansaugen des Magnetbandes auf der Festspule
- Laden des Magnetbandes in die Pufferschächte
- Anschwenken des Magnetkopfes
- Laden des Magnetkopfes in die Pufferschächte
- Ausschwenken des Magnetkopfes
- Transport des Magnetbandes bis zur Bandanfangsmarke
- Schließen des Fensters des Bandlaufraumes

erfolgte automatisch. Der Entladevorgang geschah in umgekehrter Reihenfolge. Diese technisch aufwendige, sehr zuverlässige Lösung war ein wesentliches Verkaufsargument für den EC 5002.03. Diese Lösung ermöglichte eine Arbeitsweise, bei der das Magnetband nicht mehr mit der Hand in Berührung kam und somit neben einem effektiven Handling, einen zuverlässigen Schutz der Informationen gegen Verschmutzung bildete.

Mit dem höheren Integrationsgrad der zur Verfügung stehenden Bauelemente wurde eine wesentliche Reduzierung der Steckeinheiten und der Baugruppen der Leistungselektronik erreicht. Mit der Einführung der gedruckten Rückverdrahtung des Elektronikrahmens konnte das zeitaufwendige Wickeln der Leitungsverbindungen von ca. 1500 auf ca. 150 reduziert werden. Daraus resultierte neben einer erheblichen Zeitersparnis eine Erhöhung der Zuverlässigkeit und eine Reduzierung des Prüfaufwandes. Die hohe Zuverlässigkeit des EC 5002.03 und seine 100%ige funktionelle Kompatibilität (Interface) ermöglichten, neben dem Einsatz an Rechenanlagen des ESER, auch den problemlosen Betrieb an importierten NSW-Rechenanlagen.

Im Zeitraum 1982 bis 1989 wurden von Zeiss ca. 13.000 Magnetbandspeicher EC 5002.03 produziert und verkauft.

3. Magnetbandsteuergeräte

Magnetbandsteuergeräte werden zum Austausch von Informationen, zur Steuerung der Funktionen sowie zum Datenaustausch zwischen der Zentraleinheit des Rechners und der Magnetbandspeicher benötigt. Die Kompatibilität zwischen den einzelnen Geräten wird durch zwei definierte Schnittstellen gesichert, die logische Signalfolgen, elektrische Signalparameter und Anschlußbedingungen (Steckverbinder incl. Belegung) verbindlich vorschreiben

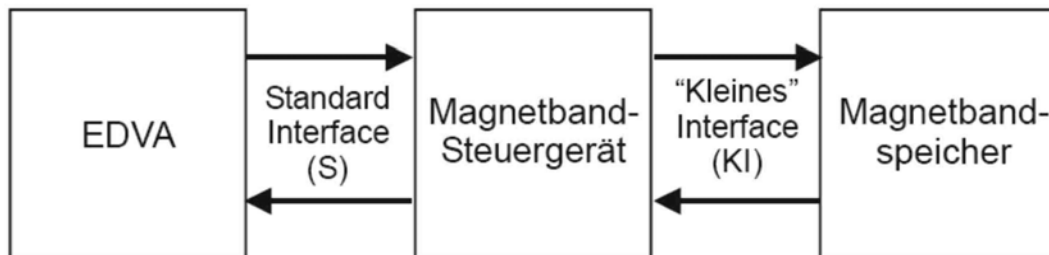


Abbildung 23: Magnetband-Steuergerät

Folgende wichtige Funktionen wurden vom Steuergerät ausgeführt:

- Entschlüsselung der in Byte-Strukturen von der Zentraleinheit gesendeten Magnetbandadressen in Signale des „kleinen Interface“ zur Ansteuerung des ausgewählten Speichers
- Entschlüsselung der in Byte-Strukturen von der Zentraleinheit gesendeten Steuerbefehle und Umwandlung in Einzelbefehle für das Magnetbandgerät wie : „Aufzeichnen“, „Wiedergeben“, „Rückspulen“, Vorspulen“, „Block rücksetzen“, „Block vorsetzen“, Blockmarke aufzeichnen“ u.a.
- Bildung von Kontrollzeichen für die Überprüfung der Richtigkeit der Aufzeichnung durch Kontroll-Lesen während der Aufzeichnung
- Übertragung der aufzuzeichnenden Informationen auf das kleine Interface des adressierten Magnetbandspeichers
- Umwandlung der Statusmeldungen vom Magnetbandspeicher wie: „Bereitschaft des Speichers“, „Blockende erkannt“, „Bandende erreicht“ u.a. in Statussignale für die Zentraleinheit
- Übertragung der gelesenen Informationen zum Standard-Interface u.a.

Die Arbeiten am Steuergerät erfolgten auf der Grundlage von Original – Dokumentationen der Fa. IBM, die (offensichtlich über abenteuerliche Wege beschafft) uns zur Verfügung standen.

Sie bildeten die Grundlagen für die Arbeit im Spezialistenrat S 6 und wurden dort, nach Diskussion und Bewertung, als verbindliche ESER-Dokumente bestätigt.

Da es sich hier um ausschließlich elektronische Geräte handelte, leistete Zeiss dazu nur anfänglich einige Entwicklungsarbeiten. Nach relativ kurzer Zeit wurde die Entwicklung und Produktion zu Robotron verlagert. Später importierte auch Robotron die Steuergeräte aus der UdSSR.

3. Magnetbandsteuergeräte

Nachfolgend werden die Magnetband-Steuergeräte, an denen Bandspeicher von Zeiss Jena standardmäßig betrieben wurden, in Form einer Übersicht zusammengestellt::

MB–Steuergerät	MB-Speicher	EDV–Anlage	Anmerkung zu Steuergeräten
MBS 300	ZMB 30	R300	Entwicklung ROBOTRON
ZMS 1101 ZMS 2101 ¹⁾	ZMB 51 ZMB 51	ESER Reihe	Entwicklung Carl Zeiss Jena
UNML 61	ZMB 61	MINSK 32	Entwicklung in Minsk
EC 5516	EC 5016	ESER Reihe (R21)	Entwicklung ROBOTRON
EC 5517	EC 5017	ESER Reihe	Entwicklung NIZEWT Produktion Minsk
EC 5525.03	EC 5002.03	ESER Reihe	Entwicklung NIZEWT Produktion Minsk

1) Zweikanalige Variante des ZMS 1101 zur Erhöhung der Geschwindigkeit des Datenaustausches z.B. durch gleichzeitiges Aufzeichnen und Wiedergeben an zwei unterschiedlichen Bandspeichern.

Weitere Magnetband-Steuergeräte, die von Zeiss Jena für spezielle Zwecke entwickelt und in kleinen Stückzahlen produziert wurden:

ZMS 1031	ZMB 30 (M22)	MINSK 22	Entwicklung Carl Zeiss Jena
----------	--------------	----------	-----------------------------

Die MINSK 22 war original mit Magnetbandspeichern ausgerüstet, die weder in den Abmessungen des Bandes, noch bezüglich des Aufzeichnungsformates mit international üblichen Normen übereinstimmten. Es wurden 6 Steuergeräte ZMS 1031 produziert. Das erste wurde an der TU Magdeburg installiert, und die übrigen wurden mit jeweils 8 Bandspeichern ZMB 30 (M22) an Rechenzentren in der UdSSR geliefert.

ZMS 1032	ZMB 32	ESER (Reihe 1)	Entwicklung Carl Zeiss Jena
----------	--------	----------------	-----------------------------

Das Steuergerät ZMS 1032 hatte die Aufgabe, Datenbestände aus der R300–Zeit für die ESER-Anlagen nutzbar zu machen. Dazu wurde das, für ESER Anlagen entwickelte Steuergerät ZMS 1101 mit einem „Kleinen Interface“ für 8 Bandspeicher ZMB 30 ausgerüstet. Das Lesen der Daten erfolgte über normale ZMB 30, und die Aufzeichnung über modifizierte Geräte (ZMB 32), die mit einem 8–Spur–Magnetkopf (ESER–Format) ausgerüstet waren. Diese Konvertierung von Datenbeständen wurde nur an wenigen Anlagen betrieben.

4. Die Stellung der Magnetbandspeichertechnik im Kombinat VEB Carl Zeiss JENA

Mit der Entwicklung und Produktion des Magnetbandspeichers EC 5002.03 endete das 25-jährige Engagement von Zeiss Jena auf diesem Gebiet.

Die Ziele für Entwicklung, Produktion und Vertrieb in dieser Erzeugnisgruppe leiteten sich ausschließlich aus den staatlichen Zielsetzungen für die Entwicklung der elektronischen Rechentechnik in der DDR und des RGW (ESER) und nicht aus Zeiss-eigenen Initiativen ab.

Jeder Versuch der Zeiss-Entwickler, einen über die Entwicklung des Speichers EC 5002.03 hinausgehenden wissenschaftlich-technischen Vorlauf zu schaffen, wurde ab 1976 kategorisch unterbunden, um mit den geschaffenen Potenzialen neue staatlich gesetzte Schwerpunkte bearbeiten zu können. Die begonnene Entwicklung gruppenkodierter Aufzeichnungsverfahren oder kleinerer Magnetbandspeicher für das System der Kleinrechner / SKR wurde nicht mehr in die Produktion übergeleitet.

Aus der Entwicklungshauptabteilung für die Speicherentwicklung in Gera entstanden F/E-Kapazitäten für Konsumgüter (Kassettenrecorder, Konzept Videorecorder), Kosmostechnik (Kontroll- und Messapparatur für die Multispektralkamera MKF 6, FEAG, u.a.), Militärtechnik (Zielsuchkopf für die Luft- Luft-Rakete INEJ 70), Elektronikmaschinenbau (Implanter) u.a.

Die Speicher-Entwicklungspotenziale haben später zur Einführung und Durchsetzung vorwiegend optoelektronischer Komponenten bei Zeiss beigetragen.

Obwohl Zeiss bei den Magnetbandspeichern ein später „Seiteneinsteiger“ war, wurden Entwicklungen in zunehmenden Maße mit eigenen technischen Lösungen untersetzt. 44 Patente insbesondere auf wichtigen Gebieten wie Magnetkopf, Aufzeichnungs-Wiedergabekanal, Band- und Wickelantrieb u.a. zeugen von der Kreativität der Entwickler und Technologen (Anlage 4)

Einen wesentlichen Anteil hatten die Magnetbandspeicher auch an der Herausbildung und Durchsetzung von methodischen Richtlinien zur Entwicklung, Überleitung und Qualitätssicherung von Erzeugnissen, die mit hoher Zuverlässigkeit in großen Stückzahlen gefertigt werden müssen.

Diese, bei der Speicherüberleitung entwickelten und in der Magnetbandfertigung erfolgreich eingesetzten und erprobten Regeln, bildeten später die Grundlage zur Entwicklung der sog. „Definierten Produktionsbedingungen“ zur Qualitätssicherung von militärischen Erzeugnissen.

Die Magnetbandspeicher waren für viele Kooperationspartner innerhalb und außerhalb von Zeiss die Quelle für Innovationen und wirkten dort, durch den kontinuierlich anfallenden großen Bedarf, im Sinne wertschöpfender Grundlastprogramme.

Wenn man ein Resume zu den erreichten Ergebnissen dieser Erzeugnisgruppe und den Auswirkungen auf das Unternehmen zieht, so muss man feststellen, dass sich die Visionen der damaligen Zeiss-Leitung, die sie mit der Übernahme der Entwicklung und Produktion von Magnetbandspeichern verbanden, im wesentlichen erfüllt haben. Wenn auch nicht in den gewünschten extremen Größenordnungen von 5.000 Stück pro Jahr. Mit der im Jahr 1984 produzierten Anzahl von 3.250 Stück Magnetbandspeicher EC 5002.03 näherte man sich diesem Ziel aber doch schon recht beachtlich.

4. Die Stellung der Magnetbandspeichertechnik im Kombinat VEB Carl Zeiss JENA

Nachweisbar haben die Magnetbandspeicher erheblich zur wirtschaftlichen Konsolidierung des Zeiss-Werkes beigetragen. Diese Erzeugnisgruppe gab dem VEB Carl Zeiss JENA bis Mitte der 80er Jahre ein solides ökonomisches Fundament. ⁽⁴¹⁾

Profillinien bei Zeiss	Industrielle Warenproduktion (MioM)		
	1976 - 1980	1981 - 1985	1986 – 1989
Magnetbandspeicher	1.425	1.820	440
Präzisionsgeräte	2.880	4.260	5.390
Mikroelektronik	430	1.780	4.260
Militärische Erzeugnisse	520	4.040	4.330
Sonstige Produktion	3.095	4.555	6.850
Gesamt:	9.510	18.600	26.690

Die Magnetbandspeicher ermöglichten dem Zeiss – Werk, Investitionen in Gera und Jena, die , als die Speicher später effektiver produziert wurden und im Bedarf zurückgingen, vorwiegend für den Ausbau der Produktion von Erzeugnissen des wissenschaftlichen Gerätebaus eingesetzt werden konnten. Die dafür notwendigen Arbeitskräfte erhielten ihre Qualifikation ebenfalls über den Aufbau der Speicherproduktion.

Summa summarum hat sich das „ungeliebte Kind“ Magnetbandspeicher, in seiner kurzen 25-jährigen Lebenszeit, einen angemessenen und würdigen Platz im Verband der Zeiss-Erzeugnisse erarbeitet und letztendlich auch einen ansehnlichen Beitrag zum Aufbau und der Entwicklung anderer Erzeugnisgruppen geleistet, der ohne die auf diesem Gebiet geschaffenen Potenziale nicht möglich gewesen wäre.

In einer von Prof. Lehmann / Sobolevsky im Hannah Arendt Institut / Dresden erschienenen Veröffentlichung „Zur Geschichte von Rechentechnik und Datenverarbeitung in der DDR“ ⁽⁴³⁾ wurden die Magnetbandspeicher nur mit einem Satz charakterisiert:

„Die Magnetbandtechnik wurde in der DDR hingegen immer konsequent und erfolgreich weiterentwickelt.“

18.03.05

5. Anhang

5.1. Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersicht über die Spezialistenräte im ESER
Anlage 2	Gerätenomenklaturen im ESER
Anlage 3	Funktionsschema Magnetbandspeicher EC 5017.02
Anlage 4	Übersicht über Zeiss-Patente zu Magnetbandspeichern
Anlage 5	Technische Parameter der Zeiss Magnetbandspeicher
Anlage 6	Zeittafel – Entwicklung und Produktion von Magnetbandspeichern
Anlage 7	Erinnerungen / Zeiss Mitarbeiter berichten über ihre Tätigkeit auf dem Gebiet Magnetbandspeicher

5.2. Mitarbeiter

An diesem Bericht haben mitgewirkt:

Heinz Brückner, Erich Baumgärtner, Hans-Ludwig Erlenbeck, Alfred Lau, Gerd Kretzschmar, Frank Roßner, Manfred Perlich, Klaus-Dietrich Wehrsdorfer, Dr. Helmut Luck, Klaus Larisch, Gerd Kotz, Klaus Starke und Dieter Naundorf.

Wir bedanken uns

bei Herrn Günter Bezold / Chemnitz für die Genehmigung von Zitaten aus seinem unveröffentlichten Manuskript „Die Zeit als die Bits das Laufen lernten“,

bei Herrn Dr. Wimmer vom Zeiss-Archiv für die Unterstützung bei der Suche nach einschlägigen Dokumenten und Patenten,

bei Herrn Peter Kny/ Dresden für die Bereitstellung von authentischen ESER–Unterlagen

und bei Herrn Jochen Weimar / Suhl für die kritische Durchsicht des Manuskriptes

5.3. Quellennachweis

- [1] Mühlfriedel, W. Hellmuth, E.: Carl Zeiss in Jena 1945–1990 / Seite 251, Böhlau Verlag Köln Weimar Wien 2004
- [2] ebenda, Seite 197
- [3] Neumann, W.: Digitalbandspeicher, Transportwerke für die digitale Datenspeicherung auf Magnetband, Band VI / Grundlagen der magnetischen Signalspeicherung, Horst Völz (Hsg), Akademie Verlag Berlin 1968 (darin 116 Lit.-Angaben)
- [4] Ardenne, Prof. Manfred von : Protokoll über die 3. Beratung der Kommission „Magnetische Signalspeicher“ des Forschungsrates, Teil Gerätetechnik am 10.05.65 in Dresden, Archiv Bezold
- [5] Weimar, J.: Ergänzende Bemerkungen zum Magnetbandspeicher, in Schaltkreise (Die Anfänge der Mikroelektronik im VEB Carl Zeiss Jena und ihre Folgen), Katharina Schreiner (Hsg) Seite 48, Thüringer Forum für Bildung und Wissenschaft e.V.
- [6] Staatl. Plankommission der DDR: Protokoll über die Beratung zum Problem „Sicherung der Produktion von Magnetbandspeichern“ v.06.10.64 ,Seite 1 / Archiv Bezold

- [7] Mühlfriedel, W. Hellmuth, E.: Carl Zeiss in Jena 1945 – 1990 / Seite 196, Böhlau Verlag Köln Weimar Wien 2004
- [8] VA 5290 / Zeiss Archiv : Schreiben von Prof. P. Görlich an Stv der SPK /Herrmann Grosse vom 23.07.65
- [9] .Metzler, H.: Automatisierung der technischen Vorbereitung(AUTEVO) in Schaltkreise (Die Anfänge der Mikroelektronik im VEB Carl Zeiss Jena und ihre Folgen), Katharina Schreiner (Hsg.) Seite 79, Thüringer Forum für Bildung und Wissenschaft e.V.
- [10] Mütze, K.: (Die Macht der Optik, Industriegeschichte Jenas 1846 – 1996 / Seite 329
- [11] Schrade, Dr.: Schreiben an Stv. Vorsitzenden der SPK / Hermann Grosse vom 12.09.64 / Archiv Bezold
- [12] Staatl. Plankommission der DDR: Protokoll über die Beratung zum Problem „Sicherung der Produktion von Magnetbandspeichern“ v.06.10.64, Archiv Bezold
- [13] Staatl. Plankommission der DDR: Protokoll Arbeitsgruppe „Magnetbandspeicher“ vom 13.10.64 / Archiv Bezold
- [14] BACZ 21425: Betriebsarchiv Zeiss Jena
- [15] VA 942: Betriebsarchiv Zeiss Jena
- [16] Bycer. B.B: Digital magnetic tape recording. Principles and Computer Applications, New York 1965
- [17] Kagan, Adasko, Pure : Magnetomotorische Speicher für elektronische Datenverarbeitungsanlagen (Übersg. aus dem Russischen von Klaus Heuer, Gera), Akademische Verlagsgesellschaft , GEEST & PORTIG K.-G. , Leipzig 1973, (darin 77 Lit.-Angaben)
- [18] Koristka, Vajda, Völz : Grundlagen der magnetischen Signalübertragung Band I / Grundlagen und Magnetköpfe, Akademie-Verlag – Berlin 1968, (darin 181 Lit.-Angaben)
- [19] Völz, H.: Grundlagen der magnetischen Signalübertragung, Band II / Magnetbänder und Grundlagen der Transportwerke, Akademie-Verlag – Berlin 1972, (darin 152 Lit.-Angaben)
- [20] Fritsch, Straubel, Vajda : Grundlagen der magnetischen Signalübertragung, Band VI / Theorie der Aufzeichnung und Wiedergabe, Akademie-Verlag – Berlin 1968, (darin 60 Lit.-Angaben)
- [21] Scholz, Fritsch, Kubat, Mäder : Magnetbandspeichertechnik. Magnetkopf-Magnetband-Schaltungen, Verlag Technik Berlin 1969, (darin 117 Lit.-Angaben und Anhang Glossar: Magnetspeichertechnik Deutsch -Russisch -Englisch)
- [22] Scholz, C.: Handbuch der Magnetspeichertechnik, Carl Hanser Verlag München 1980, (darin 383 Lit.-Angaben)
- [23] Kretzschmar, G.: Beginn der Produktion von Magnetbandspeichern, Persönliche Mitteilung 11/04 , Archiv Gattnar
- [24] Lau, A.: Qualitätssicherung in der Entwicklung und Produktion von Magnetbandspeichern, Persönliche Mitteilung 11/04, Archiv Gattnar
- [25] Löscher, L.: Der Magnetbandspeicher. Ein Beitrag von Carl Zeiss Jena zur DDR- und RGW-Rechentechnik (ESER) in Schaltkreise (Die Anfänge der Mikroelektronik im VEB Carl Zeiss Jena und ihre Folgen), Katharina Schreiner (Hsg) Seite 37 bis 47, Thüringer Forum für Bildung und Wissenschaft e.V.
- [26] ISO / TC 97 / SC4 / WG-1: Standard / Data Interchange an Magnetic Tape, 9 tacks / NRZI - 800 bpi (1965) ANSI X 3.39, Recorded Magnetic Tape for Information Interchange, ½ “ Bänder, 9 tracks / PE-1600 bpi (1973)
- [27] GOST W 46 12 065 – 74: Rechenmaschinen, Magnetband , Form, Abmessungen und Anordnung der Spuren

- [28]-1 Wehrsdorfer, K-D.: Magnetköpfe für Zeiss-Magnetbandspeicher Manuskript / 4.2005 / Archiv Gattnar,
- [28]-2 Köhler, K.: Entwicklung und Produktion von Magnetbändern für die elektronische Datenverarbeitung in der DDR, Manuskript / 4.2005 / Archiv Gattnar
- [29] Armes, G.: Computer and Automation, Nov. 1964, S 20-25
- [30] VEB Carl Zeiss Jena, Prospekt Zeiss-Magnetbandspeicher ZMB 30 (Technische Beschreibung ZMB 30)
- [31] Bezold , G.: Die Zeit in der die Bits das Laufen lernten, Unveröffentlichtes Manuskript Stand 1999/2000
- [32] Kny, P.: Mehrseitige internationale Zusammenarbeit im Kombinat Robotron / Informationsschrift, Seite 133, Archiv Perlich
- [33] Bezold, G.: ebenda Seite 141-143
- [34] VEB Carl Zeiss Jena: Prospekt Zeiss Magnetbandspeicher ZMB 51 / EC 5016
- [35] ebenda Seite 222
- [36] VEB Carl Zeiss Jena : Prospekt Zeiss Magnetbandspeicher ZMB 61
- [37] VEB Carl Zeiss Jena : Prospekt Zeiss Magnetbandspeicher EC 5017.02
- [38] VEB Carl Zeiss Jena / Archiv: Bericht und Schlussfolgerungen über die Einsichtnahme in die konstruktive Dokumentation des Magnetbandspeichers EC 5017 im NIZEWT-Moskau vom 6. bis 15.6.1972 / 112 Seiten
- [39] ebenda S 12-13
- [40] VEB Carl Zeiss Jena : Prospekt Zeiss Magnetbandspeicher EC 5002.03 (Technische Beschreibung EC 5002.03)
- [41] ebenda, Seite 251
- [42] Ausgewertete Dokumentationen des Zeiss Archivs zur Magnetbandspeichertechnik
- | | | | |
|--------------------------|---------|------------|---------|
| Einordnung / Aufbau Gera | VA 5290 | BACZ 21425 | VA1269 |
| | VA 3993 | VA 2436 | VA 942 |
| | VA 996 | VA 2435 | VA 222 |
| ZMB 30 | VA 3311 | VA 2421 | VA223 |
| | VA 3393 | VA 226 | |
| ZMB 51/EC 5016 | VA 838 | VA 1069 | VA 781 |
| ZMB 61 | VA 1080 | VA 1066 | VA 817 |
| | VA 1048 | VA 710 | VA 221 |
| EC 5017.02 / EC 5002.03 | VA 5299 | WB 763 | WB 1124 |
| | VA 253 | WB 160 | |
| Magnetkopf | WB 1599 | VA 5290 | |
- [43] Lehmann / Sobolevsky : Zur Geschichte der Rechentechnik und Datenverarbeitung in der DDR 1946-1968 , Hannah Ahrendt Institut / Dresden 1996
- [44] Kotz, G.: Kooperationen und Zulieferungen, Persönliche Mitteilung 4/2005, Archiv Gattnar
- [45] Erlenbeck, H-L.: Preisverhandlungen zum Magnetbandspeicher EC 5015.02, Persönliche Mitteilung 5/2005 Archiv Gattnar
- [46] Plewka, K.: Kostensenkung in der Magnetbandspeichergeschichte, (ZMB 30 bis EC 5002.03 am Beispiel AW-Kanal), Persönliche Mitteilung 8/225, Archiv Gattnar

5.4. Abbildungsverzeichnis

Bildernachweis

Bild 3 u. 4 : Neumann, Digitalbandspeicher;

Bild 5 bis 22 : Betriebsarchiv Carl Zeiss Jena GmbH

Anlage 3 Archiv Heinz Brückner

Abbildung 1: Magnetbandspeicher an EDV-Anlage	7
Abbildung 2: Hauptbaugruppen eines Magnetbandspeichers	8
Abbildung 3: Datenaufzeichnungsformat auf Magnetband (ISO-Standard).....	8
Abbildung 4: Transportlaufwerk mit zwei Bandandtriebsrollen.....	10
Abbildung 5: Magnetbandspeicher ZMB 30	11
Abbildung 6: ZMB 30 Laufwerk.....	12
Abbildung 7: ZMB 30 Montage und Justierung.....	13
Abbildung 8: ZMB 30 Endprüfung	14
Abbildung 9: Magnetbandspeicher ZMB 51 , EC 5016	18
Abbildung 10: ZMB 51 / EC 5016 Transportlaufwerkplatte	19
Abbildung 11: ZMB 51 / EC 5016 Kopträgerplatte.....	19
Abbildung 12: ZMB 51 / Blick in die Montagehalle Werk 1 in Göschwitz	20
Abbildung 13 : ZMB 51 / Endprüfplatz für Magnetbandspeicher.....	21
Abbildung 14: ZMB 51 / Transportlaufwerk mit 2 Bandandruckrollen.....	22
Abbildung 15: Magnetbandspeicher ZMB 61 / Foto und technische Parameter...24	
Abbildung 16: Magnetbandspeicher EC 5017.02 / Foto u. technische Parameter 28	
Abbildung 17: EC 5017.02 Single-Capstan-Antrieb	29
Abbildung 18: EC 5017.02 ESER-Test bei Zeiss im Werk Göschwitz	30
Abbildung 19: EC5017.02 Innenansicht.....	31
Abbildung 20: EC 5017.02 Ersatzteilstock.....	32
Abbildung 21: EC 5017.02 Justierung und Testung an EDVA	32
Abbildung 22: Magnetbandspeicher EC5002.03	34
Abbildung 23: Magnetband-Steuergerät.....	36