

Versuchsbericht Nr. 95 027

**Typprüfung von Hörnertrennschaltern
nach DIN-VDE 0660 Teil 107**

Auftraggeber : **FAHRLEITUNGSBAU GmbH, Essen**

PrüfObjekt : **Hörnertrennschalter**
Typ: 108 0001 005 2000 A
Typ: 108 0001 016 3000 A

Typ: 108 0001 003 2000 A
Typ: 1080002006 2000 A

neu 2802512 mit
Cu- Leg. Grundkörper

dann 2802518
mit Edelstahlgrundkörper

Prüfung : Typprüfung **DIN VDE 0660 Teil 107**
EN 60 947-3
Niederspannungs-Schaltgeräte
Prüffolge 1: Allgemeines Verhalten
Prüffolge 2: Betriebsverhalten
Prüffolge 3: Verhalten bei Kurzschluß
Ein- und Ausschaltvermögen

Verantwortlicher Prüfer : **Dipl.-Ing. Rolf Thomas**

PrüfOrt : **SAG-Versuchs- und Trainingszentrum, Langen**
Institut „Prüffeld für elektrische
Hochleistungstechnik“ GmbH, Berlin

Prüfdatum : **Juli 1995**

**STARKSTROM - ANLAGEN -
GESELLSCHAFT mbH**
Versuchs- und Trainingszentrum, Langen

Langen, den 15.09.1995



Technischer Leiter



Verantwortlicher Prüfer

Zusammenfassung

Von November 1994 bis Juni 1995 wurden im Auftrag der FAHRLEITUNGSBAU GmbH, Essen, im SAG-Versuchs- und Trainingszentrum, Langen, Hörnertrennschalter geprüft. Es wurde eine Typprüfung nach DIN VDE 0660 Teil 107 für Trennschalter durchgeführt. Die Prüfung besteht aus drei Prüffolgen.

Die Typprüfungen wurden mit drei Hörnertrennschalterversionen durchgeführt, die sich durch den Bemessungsbetriebsstrom bzw. den Anschluß an den Schalterantrieb unterschieden.

Typ	Bemessungsbetriebsstrom	Anschluß an Schalterantrieb
108 0001 005	2000 A	mit Federzwischenspeicher
108 0002 006	2000 A	starr
108 0001 016	3000 A	mit Federzwischenspeicher

Die Hörnertrennschaltertypen wurden nach folgendem Ablauf geprüft:

Prüffolge 1

allgemeines Verhalten

Typ 108 0001 005

Typ 108 0001 016

Prüffolge 2

Betriebsverhalten

Typ 108 0001 005

Typ 108 0002 006

Typ 108 0001 016

Prüffolge 3

Verhalten bei Kurzschluß

Typ 108 0001 005

Typ 108 0001 016

Die Versuchsergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

SAG - Versuchs- und Trainingszentrum, Langen			Prüfung von Hörnertrennschaltern			14. Jun 95
Hersteller : Fahrleitungsbau, Essen Gebrauchskategorie 1)	Typ 108 0001 005 Anforderung nach EN 60 957-3 DC - 20 B 3)	Ergebnis	Typ 108 0002 006 Anford. n. EN 60 957-3 DC - 20 A 4)	Ergebnis	Typ 108 0001 016 Anforderung nach EN 60 957-3 DC - 20 A 3)	Ergebnis
1: Allgemeines Verhalten	Prüfling 5P1				Prüfling 16P1	
Erwärmungsprüfung	bei Bemess.betr.strom I = 2000 A Übertemperatur $t_{max} \leq 80$ K	$t_{max} : A_n=36K$ $K_o=46K$			bei Bemess.betr.strom I = 3000 A Übertemperatur $t_{max} \leq 80$ K	$t_{max} : A_n=44K$ $K_o=54K$
Isolationseigenschaften	Bemessungsstoßspannung 12 kV Prüfspannung 18 kV - 50 us - 3*	kein Überschlag			Bemessungsstoßspannung 12 kV Prüfspannung 18 kV - 50 us - 3*	kein Überschlag
Ableitstrom	1,1 * Bemessungsbetriebsspannung bei 1,65 kV - $I_{max} \leq 0,5$ mA	$I_{max} = 0,0113$ mA			1,1 * Bemessungsbetriebsspannung bei 1,65 kV - $I_{max} \leq 0,5$ mA	$I_{max} = 0,0115$ mA
Festigkeit des Bedienteils	Kraft F in Öffnungsrichtung 3 * F = 0,3 kN	keine Beschädigung			Kraft F in Öffnungsrichtung 3 * F = 1,3 kN	keine Beschädigung
2: Betriebsverhalten	Prüfling 5P2		Prüfling 5P4		Prüfling 16P2	
Schaltspiele ohne Strom	Bemessungsbetriebsstrom 2000 A Schaltspiele : 600 ohne Strom	nach 600 Sch.sp. mech.einwandfrei	Bemess.betr.strom 2000A Schaltsp. : 3000 o. Strom	nach 3000Sch.sp. mech.einwandfrei	Bemessungsbetriebsstrom 3000 A Schaltspiele : 2000 ohne Strom	nach 2000 Sch.sp. mech.einwandfrei
Isolationsprüfung	Bemessungsisolationsspannung 1,5 kV Prüfspannung 3,5 kV	kein Überschlag	Bem.isol.spannung 1,5kV Prüfspannung 3,5 kV	kein Überschlag	Bemessungsisolationsspannung 1,5 kV Prüfspannung 3,5 kV	kein Überschlag
Ableitstrom	1,1 * Bemessungsbetriebsspannung bei 1,65 kV - $I_{max} \leq 0,5$ mA	$I_{max} = 0,0142$ mA	1,1 * Bem.betr.Spannung bei 1,65kV - $I_{max} \leq 0,5$ mA	$I_{max} = 0,024$ mA	1,1 * Bemessungsbetriebsspannung bei 1,65 kV - $I_{max} \leq 0,5$ mA	$I_{max} = 0,0106$ mA
Erwärmungsprüfung	bei Bemess.betr.strom I = 2000 A Übertemperatur $t_{max} \leq 80$ K	$t_{max} : A_n=42K$ $K_o=57K$	bei Bem.betr.strom I = 2000 Übertemp. $t_{max} \leq 80$ K	$t_{max} : A_n=47K$ $K_o=60K$	bei Bemess.betr.strom I = 3000 A Übertemperatur $t_{max} \leq 80$ K	$t_{max} : A_n=44K$ $K_o=57K$
3: Verhalten bei Kurzschluß	Prüfling 5P3				Prüfling 16P3	
Kurzzeitstromfestigkeit (IPH - Berlin)	Bemessungsbetriebsstrom 2000 A Kurzzeitstrom 24 kA - 1 s	keine Beschädigung			Bemessungsbetriebsstrom 3000 A Kurzzeitstrom 36 kA - 1 s	keine Beschädigung
Isolationsprüfung	Bemessungsisolationsspannung 1,5 kV Prüfspannung 3,5 kV	kein Überschlag			Bemessungsisolationsspannung 1,5 kV Prüfspannung 3,5 kV	kein Überschlag
Ableitstrom	1,1 * Bemessungsbetriebsspannung bei 1,65 kV - $I_{max} \leq 0,5$ mA	$I_{max} = 0,0109$ mA			1,1 * Bemessungsbetriebsspannung bei 1,65 kV - $I_{max} \leq 0,5$ mA	$I_{max} = 0,0108$ mA
Erwärmungsprüfung	bei Bemess.betr.strom I = 2000 A Übertemperatur $t_{max} \leq 80$ K	$t_{max} : A_n=40K$ $K_o=57K$			bei Bemess.betr.strom I = 3000 A Übertemperatur $t_{max} \leq 80$ K	$t_{max} : A_n=43K$ $K_o=56K$

Schaltvermögen 2) (IPH - Berlin)	Typ 108 0001 005 Prüfling	Ergebnis
Einschaltstrom	5SB 741 A=	i. O.
Ausschaltstrom	5SA 741 A=	i. O.

Typ 108 0001 016 Prüfling	Ergebnis
16SA 825 A=	i. O.
16SB 825 A=	i. O.

Hörnertrennschalter mit Schalterferntrieb 108 0015 004 3) mit Federzwichenspeicher

4) mit starrer Verbindung

An - Anschlüsse Ko - Kontakte

1) Gebrauchskategorien : DC - 20 Gleichspannung, Schließen und Öffnen ohne Last
A häufige Betätigung B gelegentliche Betätigung

2) Zusatzprüfung, keine Anforderung nach EN 60 957 - 3

Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenfassung	1 - 2
1. Versuchsbeschreibung	4 - 8
2. Versuchsergebnisse Typ 108 0001 016	9
2.1 Prüffolge I : Allgemeines	9 - 10
2.2 Prüffolge II : Betriebsverhalten	10 - 11
2.3 Prüffolge III : Verhalten bei Kurzschluß	11 - 12
Diagramm 1: Erwärmungsprüfung, Prüffolge I	13
Diagramm 2: Erwärmungsprüfung, Prüffolge II	14
Diagramm 3: Erwärmungsprüfung, Prüffolge III	15
Diagramm 4: Kraftverlauf beim Öffnen und Schließen	16
3. Versuchsergebnisse Typ 108 0002 005	17
3.1 Prüffolge I : Allgemeines Verhalten	17 - 18
3.2 Prüffolge II : Betriebsverhalten	18 - 19
3.3 Prüffolge III : Verhalten bei Kurzschluß	19 - 20
Diagramm 5: Erwärmungsprüfung, Prüffolge I	21
Diagramm 6: Erwärmungsprüfung, Prüffolge II	22
Diagramm 7: Erwärmungsprüfung, Prüffolge III	23
Diagramm 8: Kraftverlauf beim Öffnen und Schließen	24
4. Versuchsergebnisse Typ 108 0002 006	25
4.1 Prüffolge II : Betriebsverhalten	25 - 26
Diagramm 9: Erwärmungsprüfung, Prüffolge II	27
Diagramm 10: Kraftverlauf beim Öffnen und Schließen	28
5. Kurzzeitstromfestigkeit Typ 108 0001 003	29
5.1 Kurzzeitstromfestigkeit	29
6. Schaltvermögen	29 - 30
Bild 1: Temperaturmeßstellen am Hörnertrennschalter	31
Zeichnungen 1 - 4	32 - 35
Bilder 2 - 10	36 - 40

1. Versuchsziel

Zur Prüfung standen Hörnertrennschalter des Herstellers FAHRLEITUNGSBAU GmbH, Essen. Die Prüfung wurde nach der deutschen Norm DIN VDE 0660 Teil 107 „NiederSpannungs-Schaltgeräte“ durchgeführt. Diese Norm enthält die deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 60 947-3.

Die Trennschalter wurden in folgende Gebrauchskategorien eingeordnet:

Trennschaltertyp	Bemessungsbetriebsstrom	Gebrauchskategorie
3080001005 ¹⁾	2000 A	DC - 20 B
108 0002 006 ²⁾	2000 A	DC - 20 A
1080001016 ¹⁾	3000 A	DC - 20 A

¹⁾ Schalterantrieb mit Federzwischenspeicher

²⁾ Starrer Schalterantrieb

Die Gebrauchskategorien haben folgende Bedeutung:

DC	Gleichspannung
20	Schließen und Öffnen ohne Last
A	Häufige Betätigung
B	Gelegentliche Betätigung

Die Gebrauchskategorien legen den vorgesehenen Anwendungsfall fest. Die Beanspruchungen der jeweiligen Prüfungen orientieren sich an der Gebrauchskategorie.

Die Typenprüfung nach DIN VDE 0660 Teil 107 ist in drei Gruppen zusammengefaßt.

Prüffolge I: Allgemeines Verhalten
 Erwärmung
 Isolationseigenschaften
 Ableitstrom
 Festigkeit des Bedienteils

Prüffolge II: Betriebsverhalten
 Betriebsverhalten-Schaltspiele
 Isolationsprüfung
 Ableitstrom
 Erwärmung

Prüffolge III: Verhalten bei Kurzschluß
 Kurzzeitstromfestigkeit
 Isolationsprüfung
 Ableitstrom
 Erwärmung

Die einzelnen Prüfungen werden in der DIN VDE Bestimmung wie folgt beschrieben:

Abschnitt 7.2.4.2: Betriebsverhalten-Schaltspiele

Die Prüfung des Betrieb s Verhaltens eines Gerätes soll den Nachweis erbringen, daß ein Gerät fehlerfrei ein- und ausschalten kann. Die Anzahl der Schaltspiele ist abhängig vom Bemessungsbetriebsstrom und der Gebrauchskategorie.

Bemessungsbetriebsstrom 2000 A

Gebrauchskategorie DC-20 A 3000 Schaltspiele

Gebrauchskategorie DC-20 B 600 Schaltspiele

Bemessungsbetriebsstrom 3000 A

Gebrauchskategorie DC-20 A 2000 Schaltspiele

In den genannten Gebrauchskategorien wird der Trennschalter stromlos geprüft.

Unmittelbar nach der Prüfung muß nachgewiesen werden, daß das mechanische Schaltgerät ohne Last zufriedenstellend öffnet und schließt.

Abschnitt 8.3.3.2: Prüfung Isolationseigenschaften

Die Prüfspannung wurde wie folgt angelegt:

- Zwischen allen miteinander verbundenen Anschlüssen (Polen) und der Montageplatte; Kontakt offen.
- Zwischen allen miteinander verbundenen Anschlüssen (Polen) und der Montageplatte; Kontakt geschlossen.
- Zwischen einem Pol des Hauptstromkreises und dem anderen verbundenen mit der Montageplatte; Kontakt offen.

In Prüffolge 1 wurden die Trennschalter mit Stoßspannung geprüft. Als Bemessungsstoßspannungsfestigkeit wurden 12 kV festgelegt. Die Prüfspannung betrug 18,5 kV. Die Prüflinge wurden bei jeder Anschlußart mit drei Impulsen von 50 μ s im Abstand von mindestens 1 Sek. belastet.

In den Prüffolgen 2 und 3 wurde eine Isolationsprüfspannung in Abhängigkeit der Bemessungsisolationsspannung angelegt.

Bemessungsisolationsspannung	1500 V
PrüfSpannung	3500 V

Die Prüfspannung wurde bei jeder Anschlußart für die Dauer einer Minute angelegt. Die Prüfung ist bestanden, wenn kein Überschlag oder Durchschlag erfolgt.

Abschnitt 8.3.3.5: Ableitstrom

Diese Prüfung ist bei Geräten mit Trennfunktion erforderlich. Der Ableitstrom muß über jeden offenen Kontakt und zwischen jedem Anschluß und dem Rahmen geprüft werden. Der Ableitstrom darf bei 1,1facher Bemessungsbetriebsspannung nicht größer sein als 0,5 mA pro Pol

Bemessungsbetriebsspannung	1500 V
Prüfspannung	1650 V

Abschnitt 8.3.3.6: Erwärmungsprüfung

Die Prüfung wird mit dem Bemessungsbetriebsstrom der Trennschalterprüflinge durchgeführt.

Typ 108 0001 005	Bemessungsbetriebsstrom	2000 A
Typ 108 0002 006	Bemessungsbetriebsstrom	2000 A
Typ 108 0001 016	Bemessungsbetriebsstrom	3000 A

Die Erwärmung der Anschlüsse des Hauptstromkreises darf eine Übertemperatur von 80 K nicht überschreiten. Die Prüfung wird bis zum Erreichen der Beharrungstemperatur durchgeführt.

Abschnitt 8.3.3.7: Festigkeit des Bedienteils

Zuerst wird die erforderliche Kraft zum Öffnen des Trennschalters ermittelt. Bei geschlossenem Gerät müssen die bewegbaren und festen Kontakte mit geeigneten Mitteln geschlossen gehalten werden. Das Bedienteil wird mit dem dreifachen der zuvor ermittelten Kraft beansprucht. Die Kraft muß ruckfrei während 10 Sekunden aufgebracht werden.

Abschnitt 8.3.5.1: Prüfung der Kurzzeitstromfestigkeit

Die Prüfung wird bei eingeschaltetem Gerät durchgeführt. Die Bemessungskurzzeitstromfestigkeit muß mindestens das 12fache des größten Bemessungsbetriebsstromes betragen. Die Stromflußdauer muß eine Sekunde betragen.

Typ 108 0001 005 bzw. 108 0002 006

Bemessungsbetriebsstrom 2 kA

Bemessungskurzzeitstromfestigkeit 24 kA

Typ 108 0001 016

Bemessungsbetriebsstrom 3 kA

Bemessungskurzzeitstromfestigkeit 36 kA

Nach der Prüfung muß das Gerät betätigt werden können.

2. Versuchsergebnisse - Prüfling 16P1. 16P2. 16P3 Typ 108 0001 016 - Bemessungsbetriebsstrom 3000 A

Die Hörnertrennschalter wurden nach den Anforderungskriterien der Gebrauchskategorie DC-20A geprüft. Diese Gebrauchskategorie wird wie folgt beschrieben:

- Gleichspannung
- Schließen und Öffnen ohne Last
- Häufige Betätigung

Der Schalterfernantrieb zur Betätigung des Hörnertrennschalters war mit einem Federzwischen-speicher ausgerüstet.

2.1 Prüffolge I: Allgemeines Verhalten

- Erwärmungsversuche

Die Ergebnisse der Erwärmungsprüfung sind in Diagramm 1 (Seite 13) dargestellt. Die Anordnung der Meßstellen ist aus Bild 1 (Seite 31) zu ersehen.

An den Anschlüssen trat eine maximale Übertemperatur von 44 K auf, im Bereich der Schaltkontakte wurde 54 K als höchster Wert gemessen. Die Meßwerte liegen unter dem Grenzwert von 80 K.

- Isolationseigenschaften

Bei einer Bemessungsstoßspannung von 12 kV wurde eine Prüfspannung von 18 kV angelegt. Der Hörnertrennschalter wurde mit drei Impulsen von jeweils 50 μ s Dauer beansprucht. Während der Prüfung trat kein Überschlag auf.

- Ableitstrom

In Bezug auf die Bemessungsbetriebsspannung von 1,5 kV wurde eine 1,1 fache Prüfspannung von 1,65 kV angelegt.

Der größte gemessene Ableitstrom betrug 0,0115 mA und lag damit unter dem Grenzwert von 0,5 mA.

- Festigkeit des Bedienteils

Der Kraftverlauf beim Öffnen und Schließen des Hörnertrennschalters wurde aufgezeichnet. Aus Diagramm 4 (Seite 16) ist der Kraftverlauf zu ersehen. Als Kraft in Öffnungsrichtung wurde im Schaltbetrieb 0,43 kN gemessen. Das festgestellte Bedienteil wurde mit der dreifachen Kraft (1,3 kN) belastet, ohne daß eine Beschädigung auftrat.

2.2 Prüffolge II: Betriebsverhalten

- Schaltspiele ohne Strom

Der Hörnertrennschalter wurde mit dem Schalterferntrieb 108 0015 004 betätigt. Beim Öffnen des Schalters war ein Federzwischenspeicher wirksam. Die Anzahl der Schaltspiele für den Bemessungsbetriebsstrom 3000 A und für die Gebrauchskategorie DC-20A betrug 2000.

Nach den 2000 Schaltspielen war der Hörnertrennschalter mechanisch einwandfrei und ohne Beschädigung.

- Isolationsprüfung

Für die Bemessungsisolationsspannung von 1,5 kV betrug die Prüfspannung 3,5 kV. Die Prüfdauer betrug eine Minute.

Während der Prüfung trat kein Überschlag auf.

- Ableitstrom

In Bezug auf die Bemessungsbetriebsspannung von 1,5 kV wurde eine 1,1 fache Prüfspannung von 1,65 kV angelegt.

Der größte gemessene Ableitstrom betrug 0,0106 mA und lag damit unter dem Grenzwert von 0,5 mA.

- Erwärmungsprüfung

Die Ergebnisse der Erwärmungsprüfung sind in Diagramm 2 (Seite 14) dargestellt. Die Anordnung der Meßstellen ist aus Bild 1 (Seite 31) zu ersehen.

An den Anschlüssen trat eine maximale Übertemperatur von 44 K auf, im Bereich der Schaltkontakte wurde 57 K als höchster Wert gemessen. Die Meßwerte liegen unter dem Grenzwert von 80 K.

2.3 Prüffolge III: Verhalten bei Kurzschluß

- Kurzzeitstromfestigkeit

Die Versuche wurden bei dem IPH, Berlin, durchgeführt. Die Versuchsergebnisse sind aus dem Typprüfbericht Nr. 388.972.4.271 zu ersehen.

Die Versuchsdaten sind auf Blatt 11 unter Oszillogramm Nr. 594 1740 zusammengefaßt. Der Kurzzeitstrom betrug 36,6 kA, die Kurzschlußdauer 1029 ms. Der Prüfling war in der Lage, den Kurzschlußstrom zu fuhren. Es traten keine sichtbaren Veränderungen auf. Unmittelbar nach der Prüfung wurde nachgewiesen, daß die Schaltgeräte ohne Last zufriedenstellend öffnen und schließen.

- Isolationsprüfung

Für die Bemessungsisolationsspannung von 1,5 kV betrug die Prüfspannung 3,5 kV. Die Prüfdauer betrug eine Minute. Während der Prüfung trat kein Überschlag auf.

- Ableitstrom

In Bezug auf die Bemessungsbetriebsspannung von 1,5 kV wurde eine 1,1fache Prüfspannung von 1,65 kV angelegt.

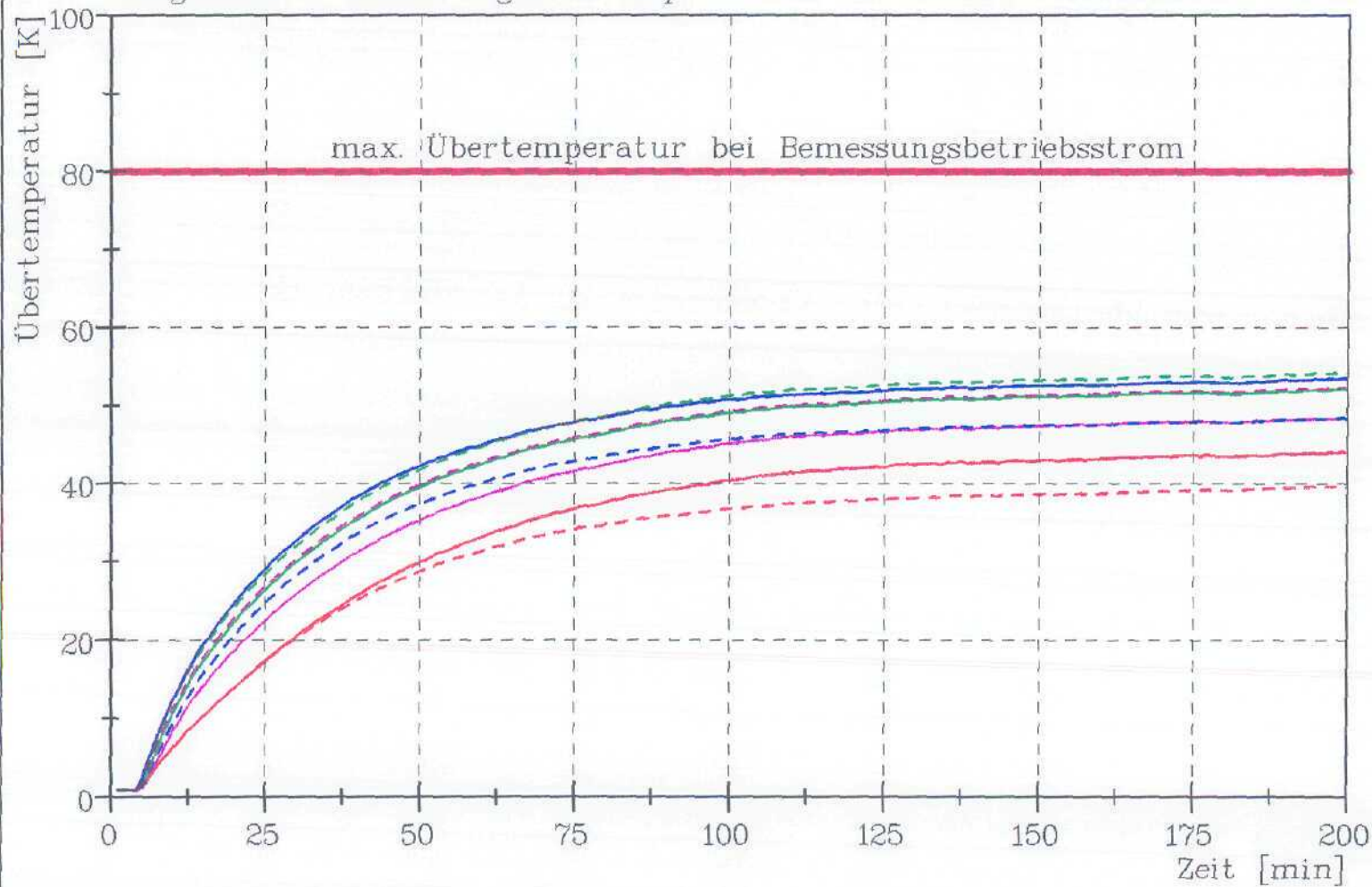
Der größte gemessene Ableitstrom betrug 0,0108 mA und lag damit unter dem Grenzwert von 0,5 mA.

- Erwärmungsprüfung

Die Ergebnisse der Erwärmungsprüfung sind in Diagramm 3 (Seite 15) dargestellt. Die Anordnung der Meßstellen ist aus Bild 1 (Seite 31) zu ersehen.

An den Anschlüssen trat eine maximale Übertemperatur von 43 K auf, im Bereiche der Schaltkontakte wurde 56 K als höchster Wert gemessen. Die Meßwerte liegen unter dem Grenzwert von 80 K.

Diagramm 1: Beharrungsübertemperaturen an Hörnertrennschaltern

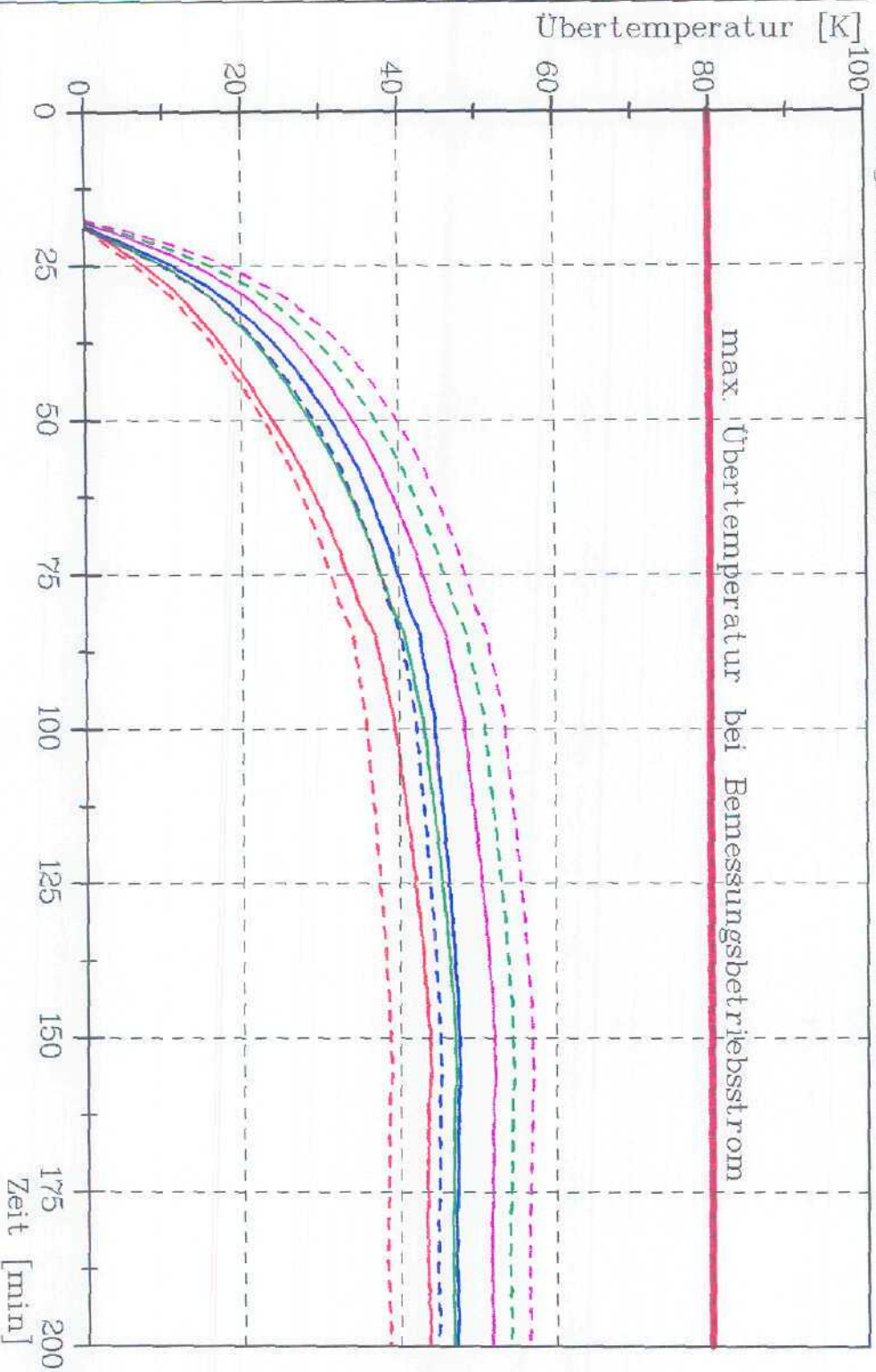


Versuchs- und Trainingszentrum
63225 Längen

Hersteller :
Fahrleitungsbau
Typ 108 0001 018
Prüfling 16P1
Bemessungsbetriebs-
strom 3000 A
Prüffolge 1

Meßstellen :
Anschlüsse :
— T1
- - T2
Kontakte :
— T3
- - T4
— T5
- - T6
— T7
- - T8

Diagramm 2: Beharrungsübertemperaturen an Hörnerrennschaltern

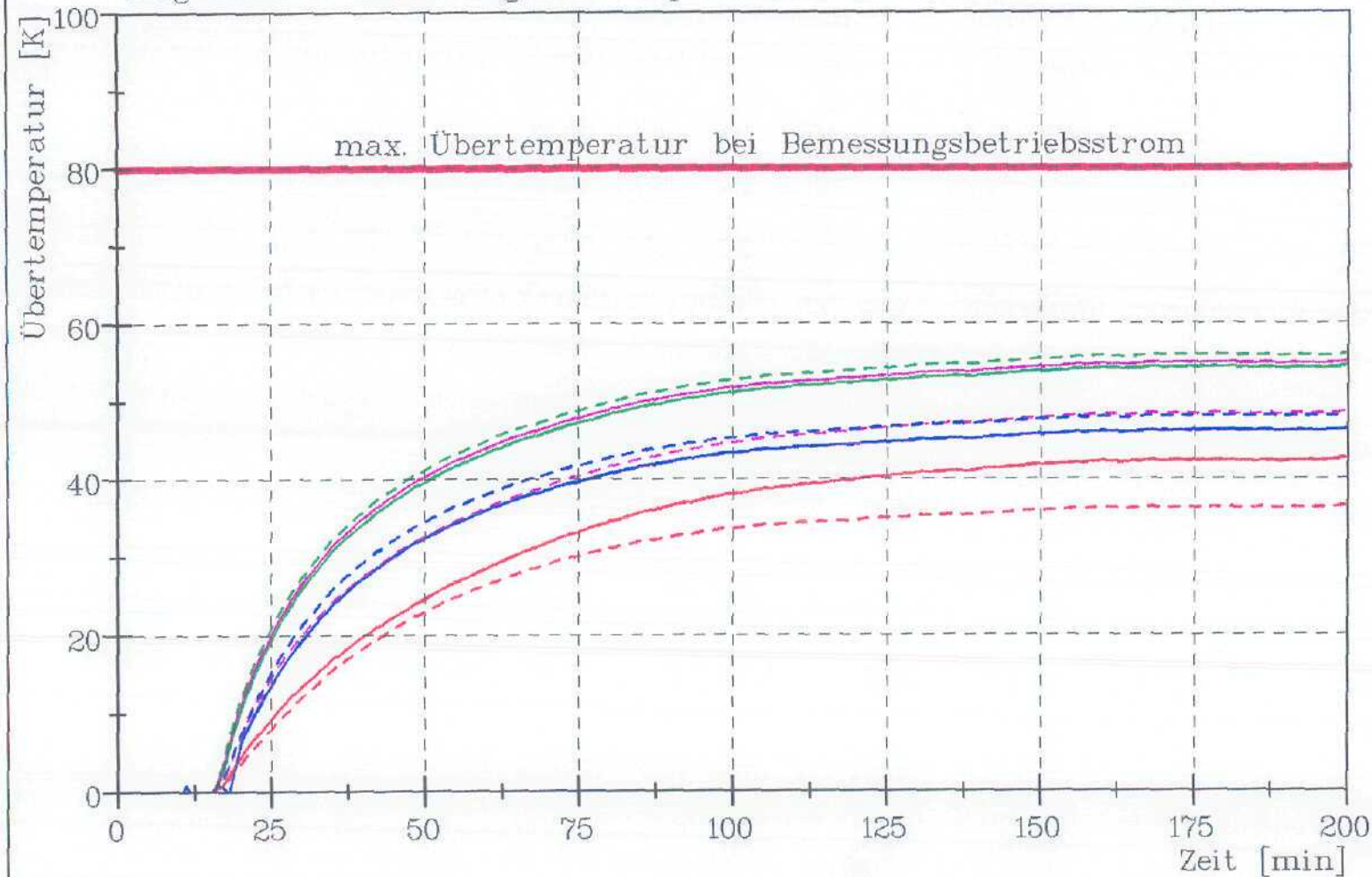


Versuchs- und Trainingszentrum
63225 Langen

Hersteller :
Fahrleitungsbau
Typ 108 0001 018
Prüfling 16P2
Bemessungsbetriebs-
strom 3000 A
Prüffolge 2

Messstellen :
Anschlüsse :
T1
T2
Kontakte :
T3
T4
T5
T6
T7
T8

Diagramm 3: Beharrungsübertemperaturen an Hörnertrennschaltern



Versuchs- und Trainingszentrum
63225 Langen

Hersteller :
Fahrleitungsbau
Typ 108 0001 018
Prüfling 16P3
Bemessungsbetriebs-
strom 3000 A
Prüffolge 3

Meßstellen :

Anschlüsse :

— T1

- - - T2

Kontakte :

— T3

- - - T4

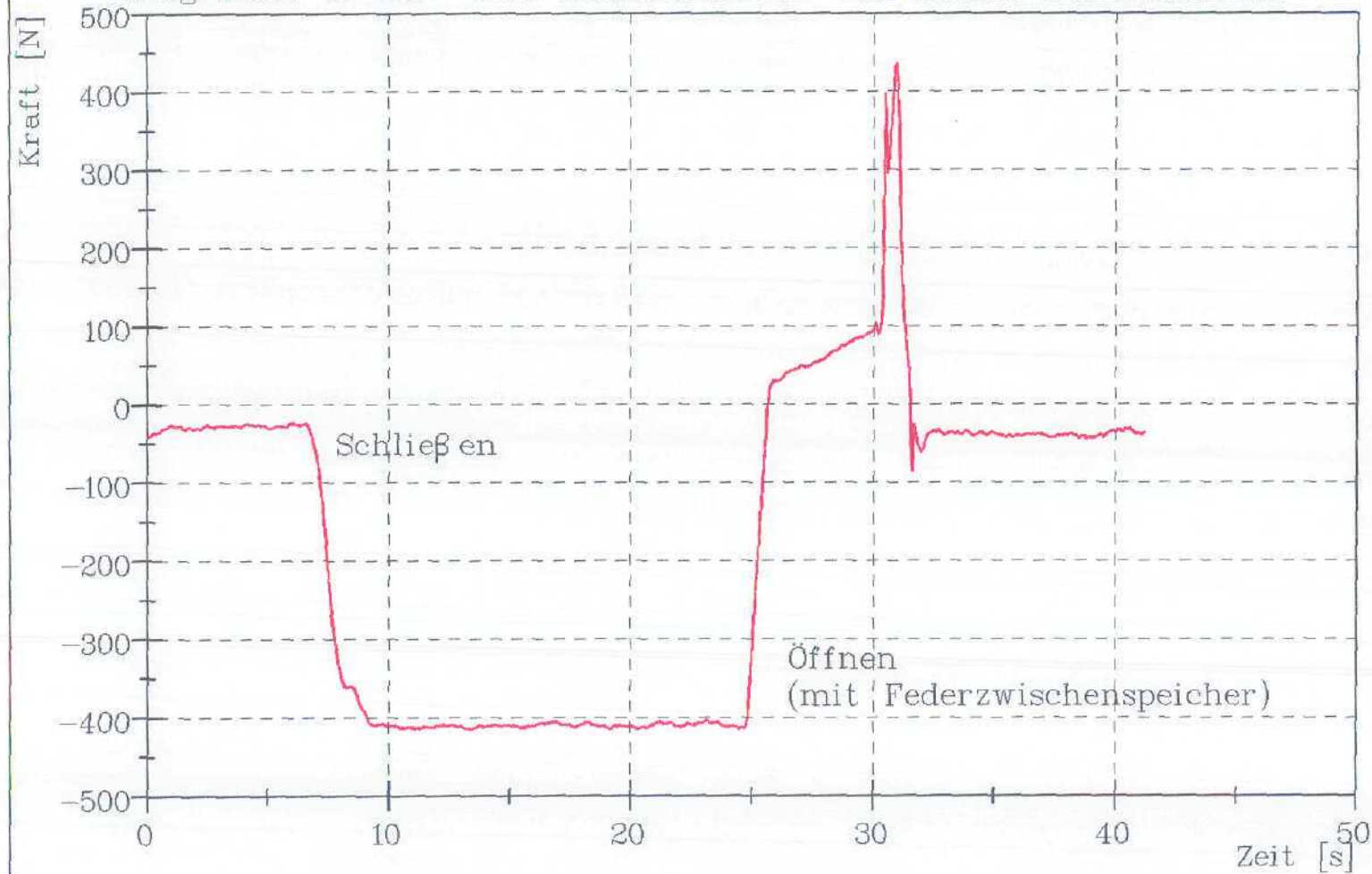
— T5

- - - T6

— T7

- - - T8

Diagramm 4: Ein- und Ausschaltkraft von Hörnertrennschaltern



Versuchs- und Trainingszentrum
63225 Langen

Hersteller :
Fahrleitungsbau
Typ 1008 0001 018
Prüfling 16P2

Schließen:
 $F_{\max} = 414 \text{ N}$

Öffnen:
 $F_{\max} = 436 \text{ N}$

3. Versuchsergebnisse - Prüfling 5P1. 5P2. 5P3**Typ 108 0001 005 - Bemessungsbetriebsstrom 2000 A**

Die Hörnertrennschalter wurden nach den Anforderungskriterien der Gebrauchskategorie DC-20B geprüft. Diese Gebrauchskategorie wird wie folgt beschrieben:

- Gleichspannung
- Schließen und Öffnen ohne Last
- Gelegentliche Betätigung

Der Schalterfernantrieb zur Betätigung des Hörnertrennschalters war mit einem Federzwischen-speicher ausgerüstet.

3.1 Prüffolge I: Allgemeines Verhalten

- Erwärmungsprüfung

Die Ergebnisse der Erwärmungsprüfung sind in Diagramm 5 (Seite 21) dargestellt. Die Anordnung der Meßstellen ist aus Bild 1 (Seite 31) zu ersehen.

An den Anschlüssen trat eine maximale Übertemperatur von 36 K auf, im Bereich der Schaltkontakte wurde 46 K als höchster Wert gemessen. Die Meßwerte liegen unter dem Grenzwert von 80 K.

- Isolationseigenschaften

Bei einer Bemessungsstoßspannung von 12 kV wurde eine Prüfspannung von 18 kV angelegt. Der Hörnertrennschalter wurde mit drei Impulsen von jeweils 50 μ s Dauer beansprucht. Während der Prüfung trat kein Überschlag auf.

- Ableitstrom

In Bezug auf die Bemessungsbetriebsspannung von 1,5 kV wurde eine 1,1 fache Prüfspannung von 1,65 kV angelegt.

Der größte gemessene Ableitstrom betrug 0,0113 mA und lag damit unter dem Grenzwert von 0,5 mA.

- Festigkeit des Bedienteils

Der Kraftverlauf beim Öffnen und Schließen des Hörnertrennschalters wurde aufgezeichnet. Aus Diagramm 8 (Seite 24) ist der Kraftverlauf zu ersehen.

Als Kraft in Öffnungsrichtung wurde im Schaltbetrieb 0,1 kN gemessen. Das festgestellte Bedienteil wurde mit der dreifachen Kraft (0,3 kN) belastet, ohne daß eine Beschädigung auftrat.

3.2 Prüffolge II: Betriebsverhalten

- Schaltspiele ohne Strom

Der Hörnertrennschalter wurde mit dem Schalterferntrieb 108 0015 004 betätigt. Beim Öffnen des Schalters war ein Federzwischenspeicher wirksam.

Die Anzahl der Schaltspiele für den Bemessungsbetriebsstrom 2000 A und für die Gebrauchskategorie DC-20B betrug 600.

Nach den 600 Schaltspielen war der Hörnertrennschalter mechanisch einwandfrei und ohne Beschädigung.

- Isolationsprüfung

Für die Bemessungsisolationsspannung von 1,5 kV betrug die Prüfspannung 3,5 kV. Die Prüfdauer betrug eine Minute.

Während der Prüfung trat kein Überschlag auf.

- Ableitstrom

In Bezug auf die Bemessungsbetriebsspannung von 1,5 kV wurde eine 1,1fache Prüfspannung von 1,65 kV angelegt.

Der größte gemessene Ableitstrom betrug 0,0142 mA und lag damit unter dem Grenzwert von 0,5 mA.

- Erwärmungsprüfung

Die Ergebnisse der Erwärmungsprüfung sind in Diagramm 6 (Seite 22) dargestellt. Die Anordnung der Meßstellen ist aus Bild 1 (Seite 31) zu ersehen.

An den Anschlüssen trat eine maximale Übertemperatur von 42 K auf, im Bereich der Schaltkontakte wurde 57 K als höchster Wert gemessen. Die Meßwerte liegen unter dem Grenzwert von 80 K.

3.3 Prüffolge III: Verhalten bei Kurzschluß

- Kurzzeitstromfestigkeit

Die Versuche wurden bei dem IPH, Berlin, durchgeführt. Die Versuchsergebnisse sind aus dem Typprüfbericht Nr. 388.972.4.271 zu ersehen.

Die Versuchsdaten sind auf Blatt 11 unter Oszillogramm Nr. 594 1738 zusammengefaßt. Der Kurzzeitstrom betrug 24,3 kA, die Kurzschlußdauer 1127 ms. Der Prüfling war in der Lage den Kurzschlußstrom zu führen. Es traten keine sichtbaren Veränderungen auf. Unmittelbar nach der Prüfung wurde nachgewiesen, daß die Schaltgeräte ohne Last zufriedenstellend öffnen und schließen.

- Isolationsprüfung

Für die Bemessungsisolationsspannung von 1,5 kV betrug die Prüfspannung 3,5 kV. Die Prüfdauer betrug eine Minute.

Während der Prüfung trat kein Überschlag auf.

- Ableitstrom

In Bezug auf die Bemessungsbetriebsspannung von 1,5 kV wurde eine 1,1 fache Prüfspannung von 1,65 kV angelegt.

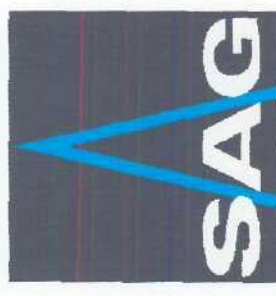
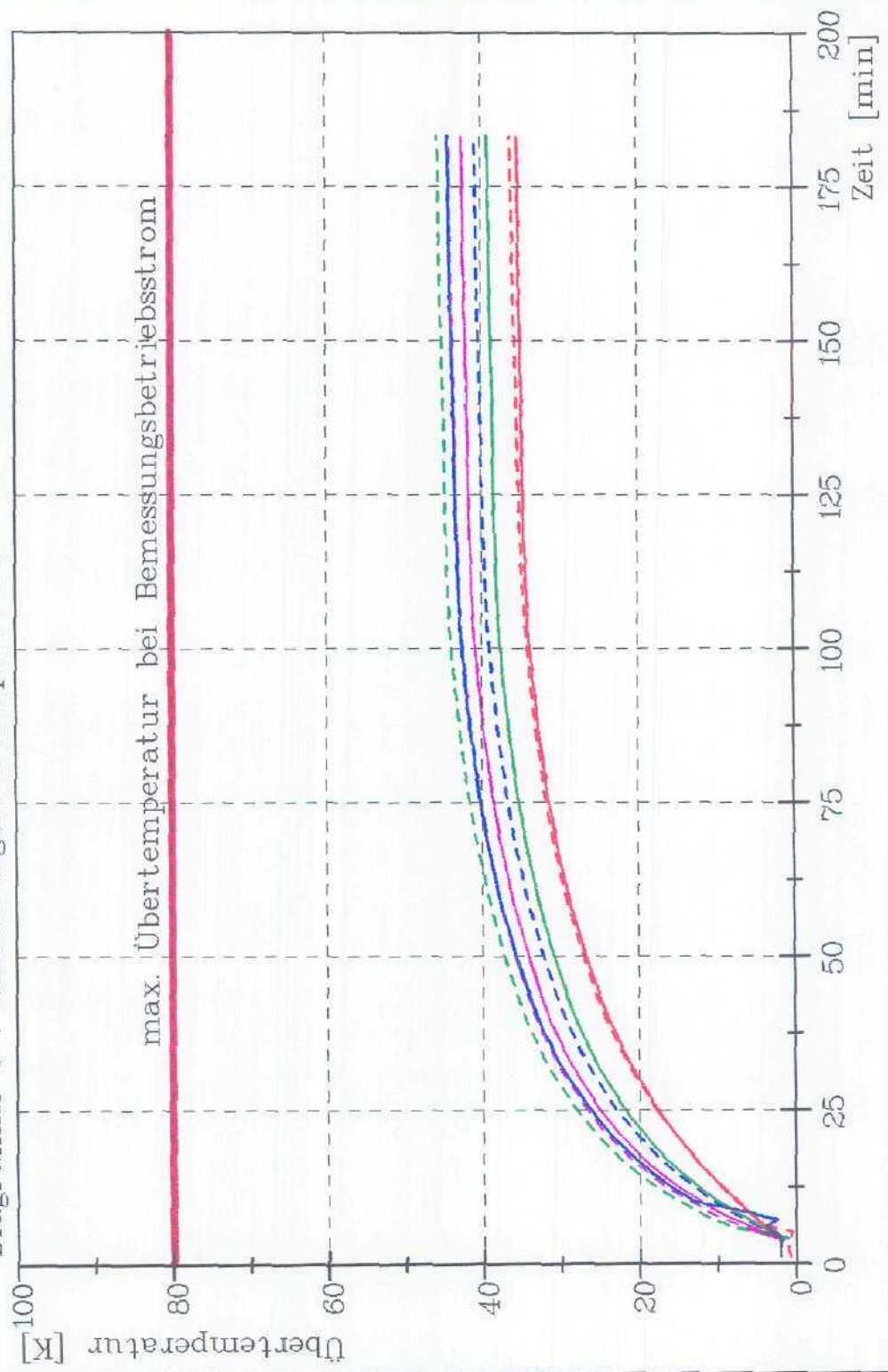
Der größte gemessene Ableitstrom betrug 0,0109 mA und lag damit unter dem Grenzwert von 0,5 mA.

- Erwärmung prüfung

Die Ergebnisse der Erwärmungsprüfung sind in Diagramm 7 (Seite 23) dargestellt. Die Anordnung der Meßstellen ist aus Bild 1 (Seite 31) zu ersehen.

An den Anschlüssen trat eine maximale Übertemperatur von 40 K auf, im Bereich der Schaltkontakte wurde 57 K als höchster Wert gemessen. Die Meßwerte liegen unter dem Grenzwert von 80 K.

Diagramm 5 : Beharrungsübertemperaturen an Hörnertrennschaltern

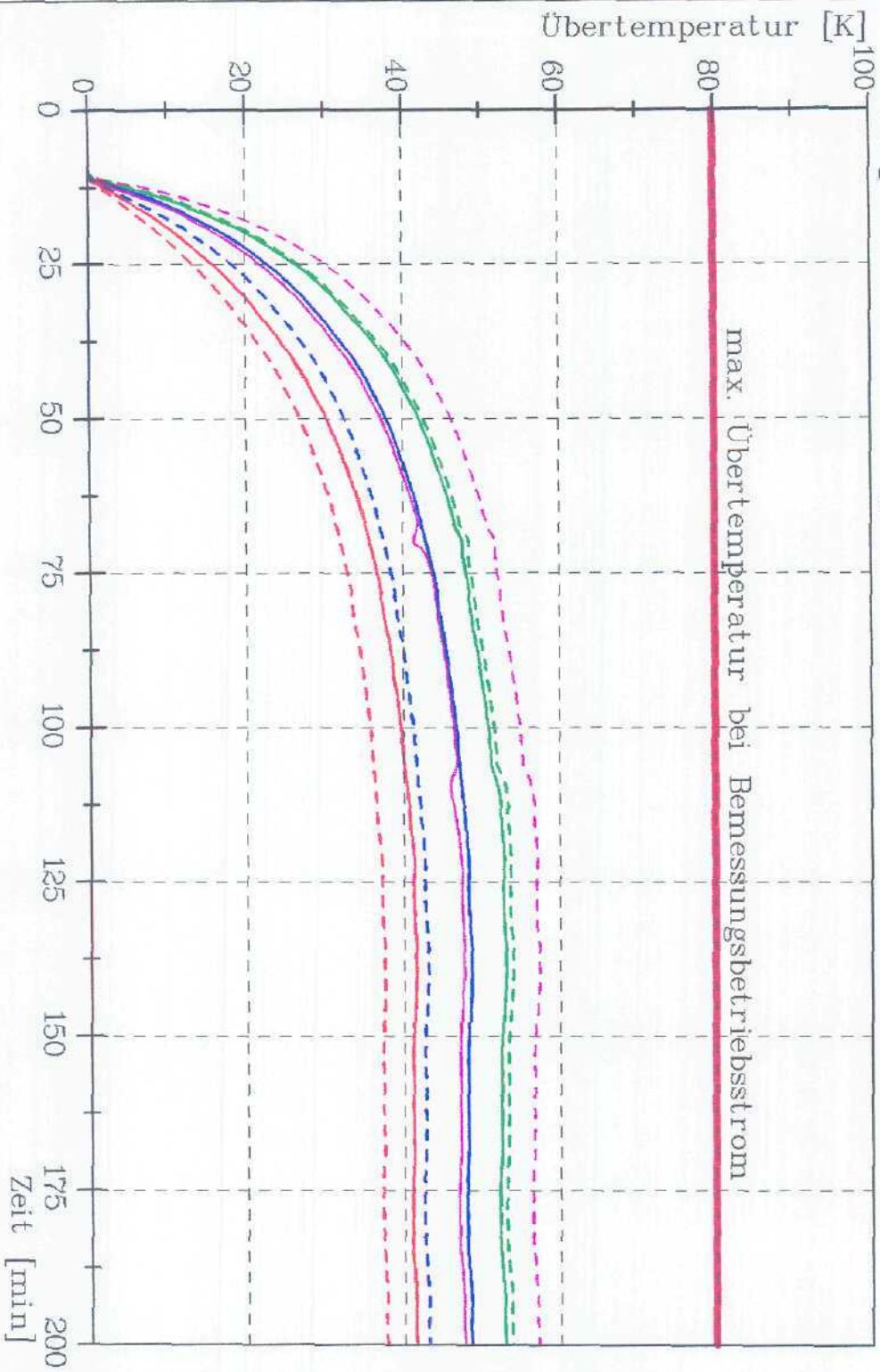


Versuchs- und Trainingszentrum
63225 Langen

Hersteller :
Fahrleitungsbau
Typ 108 0001 005
Prüfling 5P1
Bemessungsbetriebs-
strom 2000 A
Prüffolge 1

Meß stellen :
Anschlüsse :
T1
T2
Kontakte :
T3
T4
T5
T6
T7
T8

Diagramm 6: Beharrungsübertemperaturen an Hörnerrennschaltern



Versuchs- und Trainingszentrum
63226 Langen

Hersteller :
Fahrleitungsbau

Typ 100 0001 006

Prüfling 5P2

Bemessungsbetriebs-
strom 2000 A

Prüffolge 2

Messstellen :

Anschlüsse :

T1

T2

Kontakte :

T3

T4

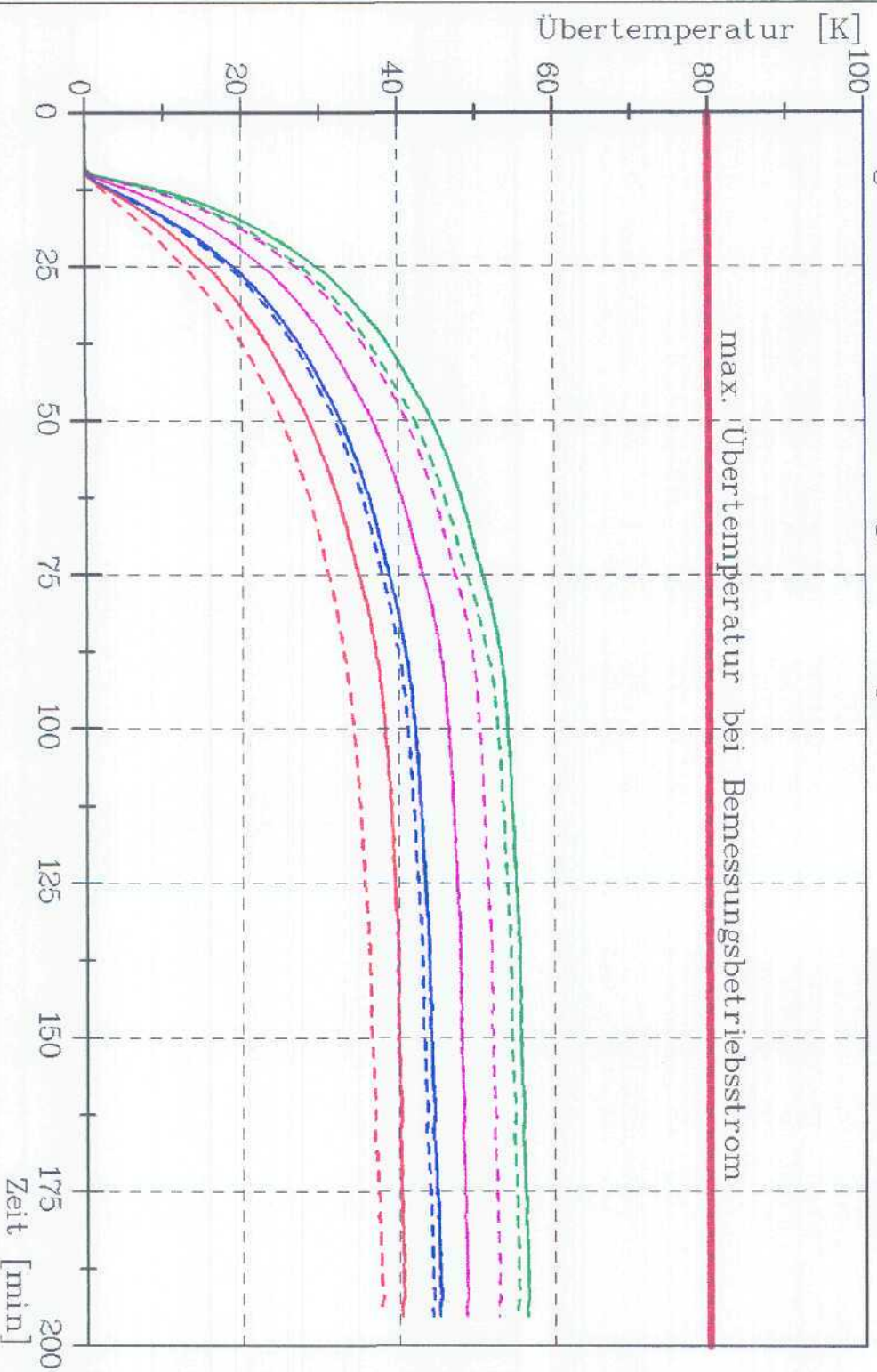
T5

T6

T7

T8

Diagramm 7 : Beharrungsübertemperaturen an Hörnertrennschaltern

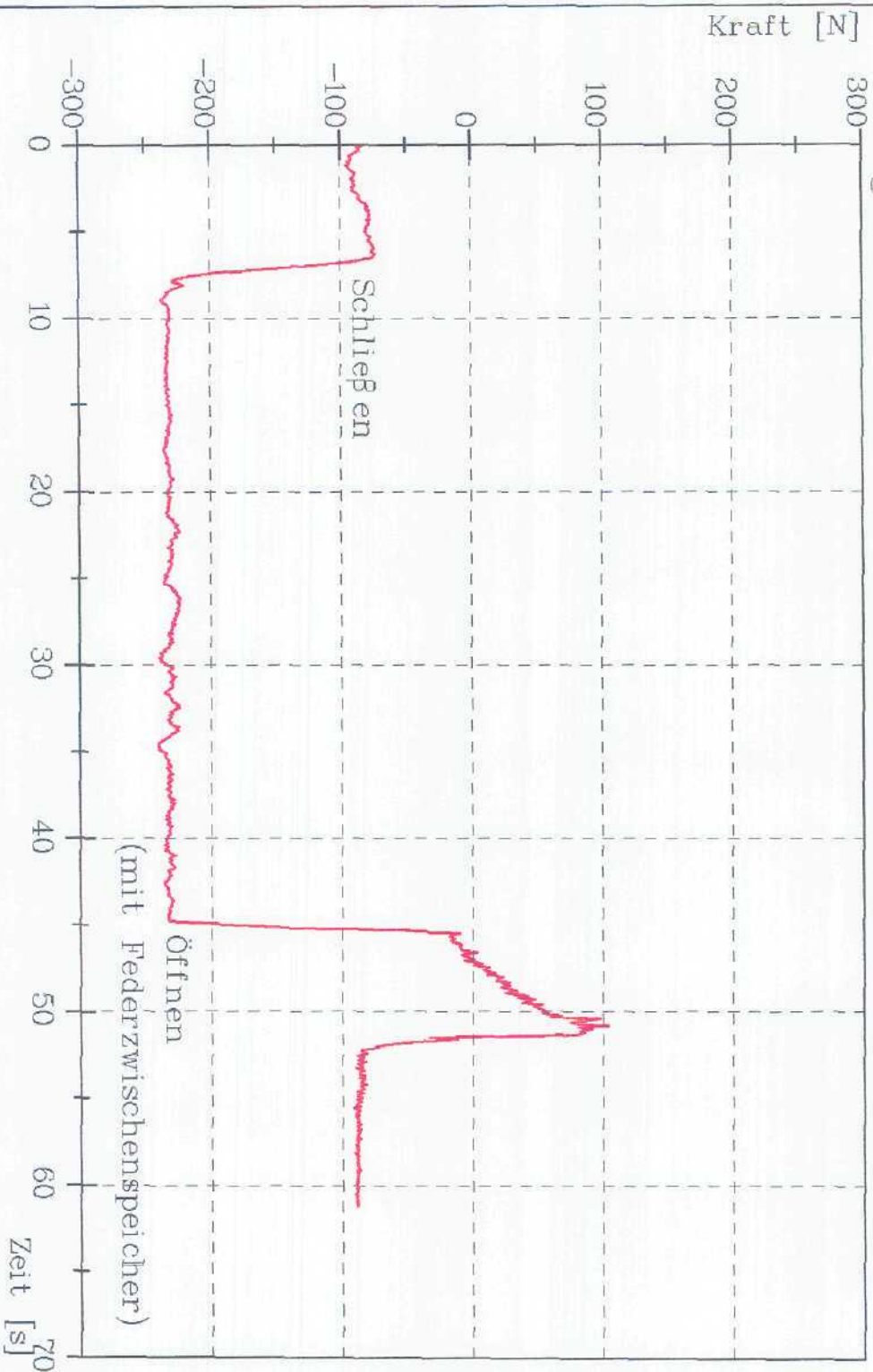


Versuchs- und Trainingszentrum
63226 Langen

Hersteller :
Fahrleitungsbau
Typ 100 0001 005
Prüfling 5P3
Bemessungsbetriebs-
strom 2000 A
Prüffolge 3

Meß stellen :
Anschlüsse :
T1
T2
Kontakte :
T3
T4
T5
T6
T7
T8

Diagramm 8: Ein- und Ausschaltkraft von Hörnertrennschaltern



Versuchs- und Trainingszentrum
63225 Langen

Hersteller :
Fahrleitungsbau
Typ 1008 0001 006
Prüfling 5P2

Schließen:
F max= 240N
Öffnen:
F max= 104N

4. Versuchsergebnisse - Prüfling 5P4

Typ 108 0002 006 - Bemessungsbetriebsstrom 2000 A

/

Der Hörnertrennschalter wurde nach den Anforderungskriterien der Gebrauchskategorie DC-20 A geprüft.

Diese Gebrauchskategorie wird wie folgt beschrieben:

- Gleichspannung
- Schließen und Öffnen ohne Last
- Häufige Betätigung

Die Verbindung zwischen Hörnertrennschalter und Schalterfernantrieb war starr (ohne Federzwischenspeicher).

Der im Abschnitt 5 beschriebene Hörnertrennschalter (Typ 108 0001 005) ist weitgehend baugleich mit dem Typ 108 0002 006. Beide Schalter sind für den Bemessungsbetriebsstrom 2000 A ausgelegt.

Die Prüfanforderungen zwischen Gebrauchskategorie DC-20B und DC-20A unterscheiden sich nur in Prüffolge II (Betriebsverhalten) und zwar durch die unterschiedliche Anzahl von Schaltspielen (600 bzw. 3000).

Aus diesem Grund wurde mit dem Hörnertrennschalter Typ 108 0002 006 nur die Prüffolge II durchgeführt.

4.1 Prüffolge II: Betriebsverhalten

- Schaltspiele ohne Strom

Der Hörnertrennschalter wurde mit dem Schalterfernantrieb 108 0015 004 betätigt. Die Verbindung zwischen Hörnertrennschalter und Schalterfernantrieb war starr (ohne Federzwischenspeicher).

Die Anzahl der Schaltspiele für den Bemessungsbetriebsstrom 2000 A und für die Gebrauchskategorie DC-20 A betrug 3000.

Nach den 3000 Schaltspielen war der Hörnertrennschalter mechanisch einwandfrei und ohne Beschädigung.

Diagramm 10 (Seite 28) zeigt die Ein- und Ausschaltkräfte des Hörnertrennschalters vor der Schaltprüfung.

- Isolationsprüfung

Für die Bemessungsisolationsspannung von 1,5 kV betrug die Prüfspannung 3,5 kV. Die Prüfdauer betrug eine Minute.

Während der Prüfung trat kein Überschlag auf.

- Ableitstrom

In Bezug auf die Bemessungsbetriebsspannung von 1,5 kV wurde eine 1,1 fache Prüfspannung von 1,65 kV angelegt.

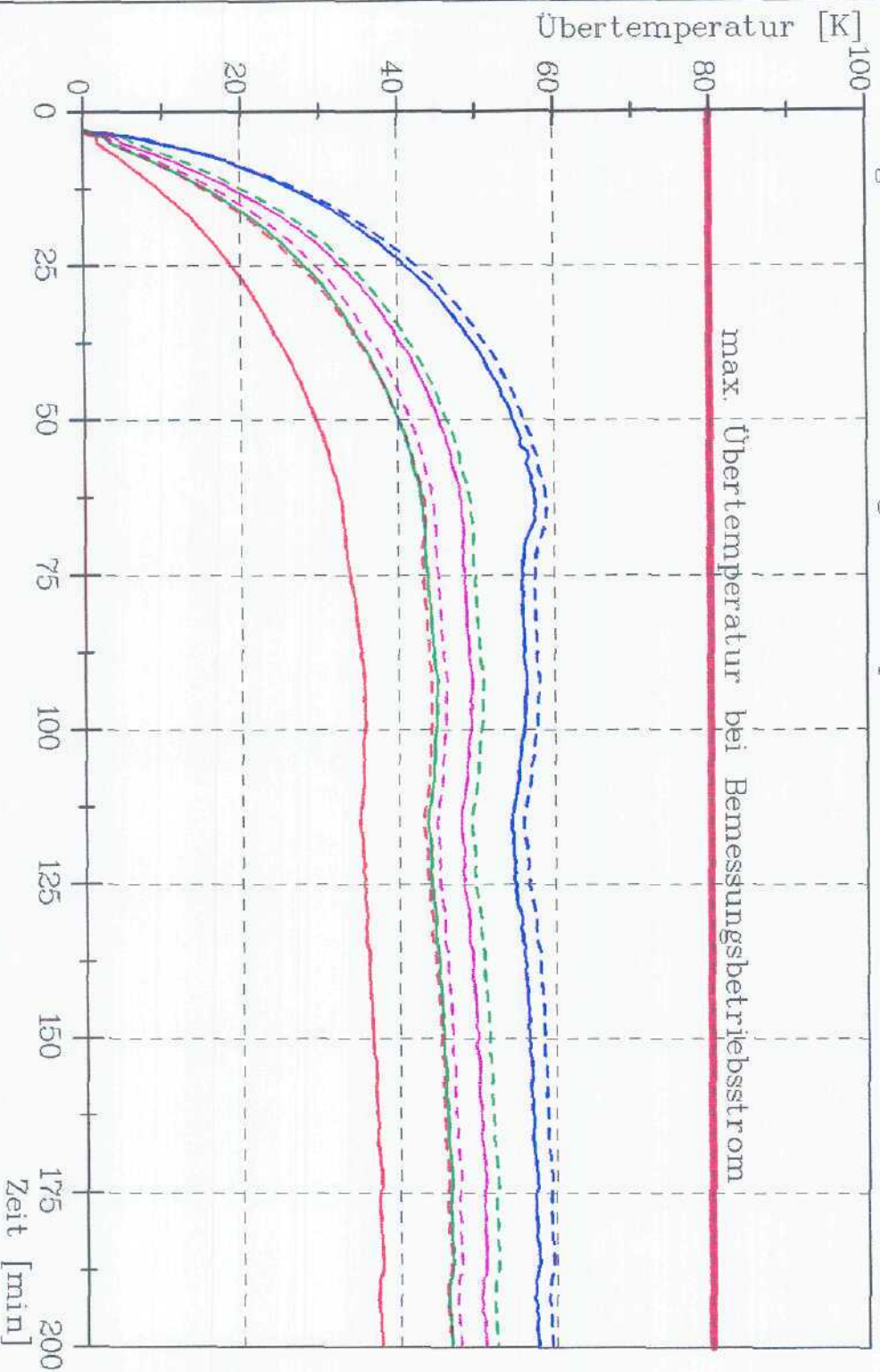
Der größte gemessene Ableitstrom betrug 0,024 mA und lag damit unter dem Grenzwert von 0,5 mA.

- Erwärmungsprüfung

Die Ergebnisse der Erwärmungsprüfung sind in Diagramm 9 (Seite 27) dargestellt. Die Anordnung der Meßstellen ist aus Bild 1 (Seite 31) zu ersehen.

An den Anschlüssen trat eine maximale Übertemperatur von 47 K auf, im Bereich der Schaltkontakte wurde 60 K als höchster Wert gemessen. Die Meßwerte liegen unter dem Grenzwert von 80 K.

Diagramm 9: Beharrungsübertemperaturen an Hörnerrennschaltern



Versuchs- und Trainingszentrum
63225 Langen

Hersteller :
Fahrleitungsbau
Typ 108 0002 006

Prüfling 5P4
Bemessungsbetriebs-
strom 2000 A
Prüffolge 2

Meßstellen :

Anschlüsse :

T1

T2

Kontakte :

T3

T4

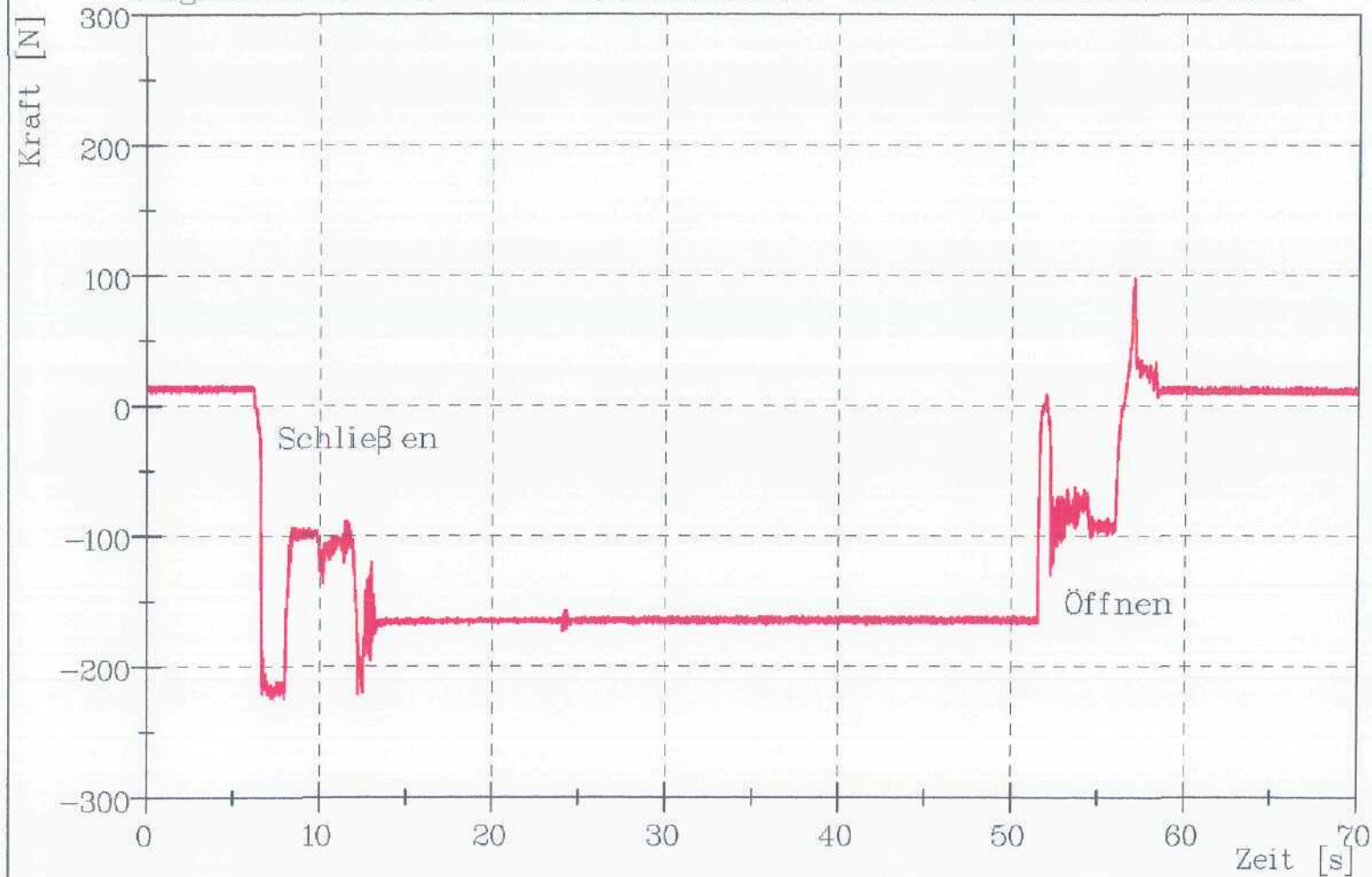
T5

T6

T7

T8

Diagramm 10: Ein- und Ausschaltkraft von Hörnertrennschaltern



Versuchs- und Trainingszentrum
63225 Langen

Hersteller :
Fahrleitungsbau
Typ 1008 0002 008
Prüfling 5P4

Schließen:
 $F_{\max} = 224\text{N}$

Öffnen:
 $F_{\max} = 99\text{N}$

5. Kurzzeitstromfestigkeit - Prüfling 3P3

Typ 108 0001 003 - Bemessungsbetriebsstrom 2000 A

Dieser Hörnertrennschaltertyp ist praktisch baugleich mit dem Typ 108 0001 005 mit der Ausnahme, daß er versilberte Kontaktflächen hat. Wegen der Baugleichheit wurde nur der Typ 108 0001 005 in die Typprüfung genommen.

Mit dem Typ 108 0001 003 wurde eine Kurzzeitstromfestigkeitsprüfung durchgeführt.

5.1 Kurzzeitstromfestigkeit

Die Versuche wurden bei dem IPH, Berlin, durchgeführt. Die Versuchsergebnisse sind aus dem Typprüfbericht Nr. 388.982.4.271 zu ersehen.

Die Versuchsdaten sind auf Blatt 11 unter Oszillogramm Nr. 594 1737 zusammengefaßt. Der Kurzzeitstrom betrug 24,3 kA, die Kurzschlußdauer 1137 ms. Der Prüfling war in der Lage den Kurzschlußstrom zu führen. Es traten keine sichtbaren Veränderungen auf. Unmittelbar nach der Prüfung wurde nachgewiesen, daß die Schaltgeräte ohne Last zufriedenstellend öffnen und schließen.

6. Schaltvermögen - Prüflinge 5SA. 5SB. 16SA. 16SB

Typ 108 0001 005 und 208 0001 016

Die Hörnertrennschalter wurden nach der Gebrauchskategorie DC-20A und DC-20B geprüft. Diese Gebrauchskategorien gelten für das Schließen und Öffnen ohne Last. Mit den zwei Trennschaltertypen wurden zusätzlich Schaltversuche bei Gleichstrombelastung durchgeführt. Die Versuche wurden bei dem IPH, Berlin, durchgeführt. Die Ergebnisse sind aus dem Prüfbericht 388.972.4.272 zu ersehen. Die Hörnertrennschalter wurden mit dem Schalterfernantrieb 108 0015 004 betätigt. Beim Ausschalten war ein Federzwischenspeicher wirksam.

Folgende Ströme konnten geschaltet werden, ohne daß Beschädigungen sichtbar werden:

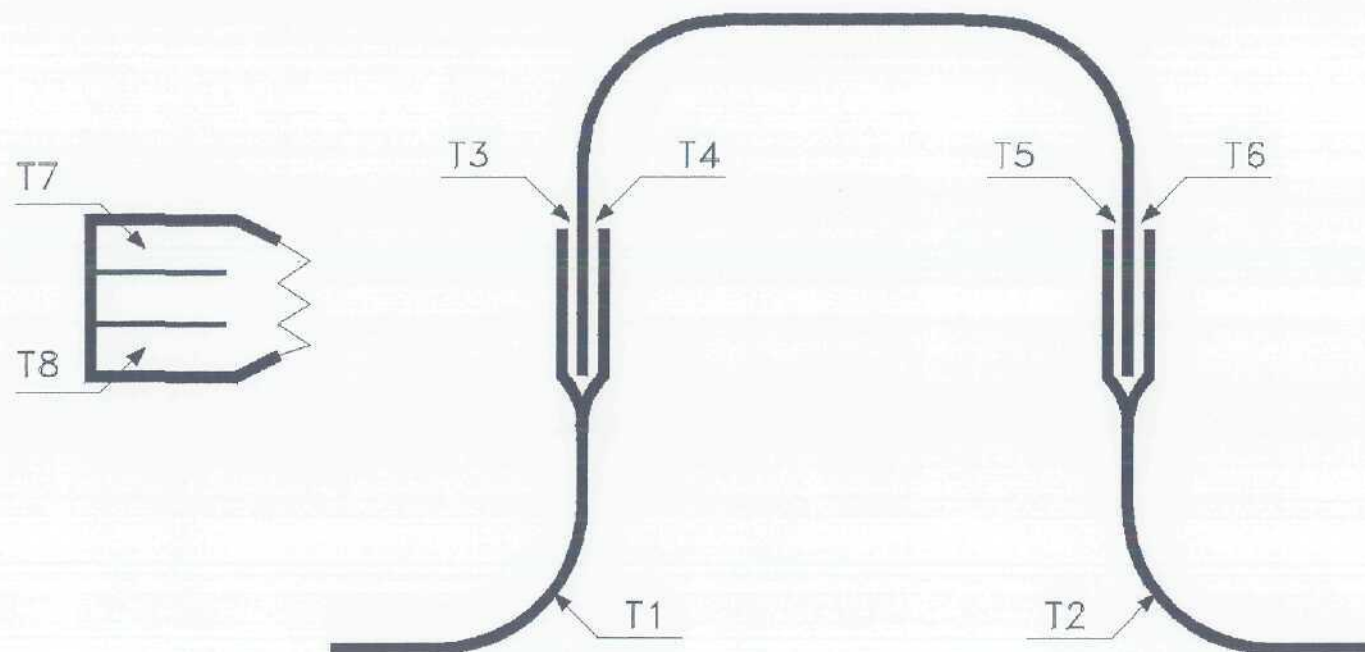
Typ 108 0001 005 - Bemessungsbetriebsstrom 2000 A:

Prüfling 5SB	Einschaltstrom 741 A = IPH-Schaltung Nr. 594 1745
Prüfling 5SA	Ausschaltstrom 741 A = IPH-Schaltung Nr. 594 1749

Typ 108 0001 016 - Bemessungsbetriebsstrom 3000 A:

Prüfling 16SA	Einschaltstrom 825 A = IPH-Schaltung Nr. 594 1751
Prüfling 16SB	Ausschaltstrom 825 A = IPH-Schaltung Nr. 594 1752

Bild 1 : Temperaturmeßstellen am Hörnertrennschalter



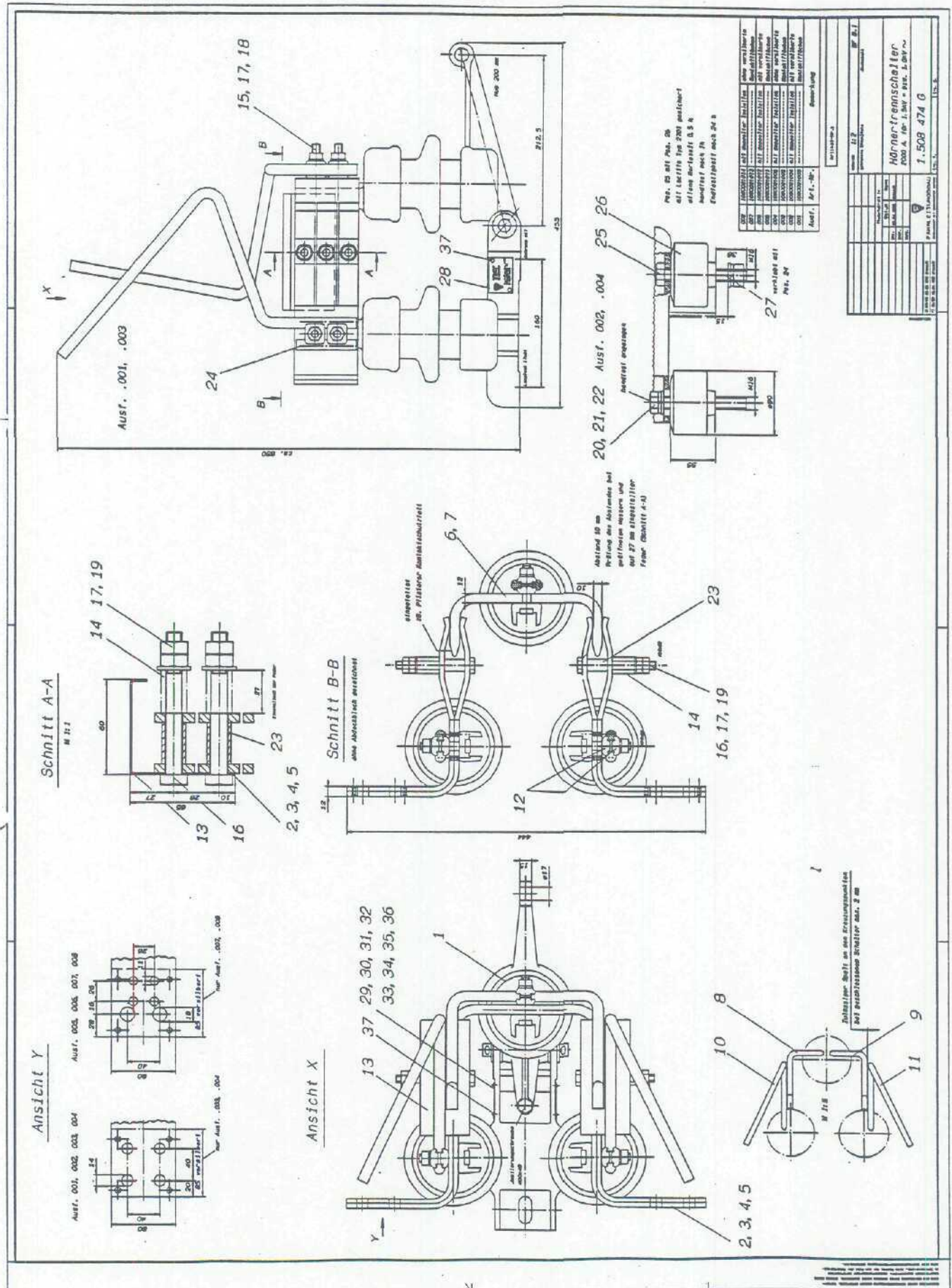
Versuchs- und Trainingszentrum
63225 Langen

Meßstellen :

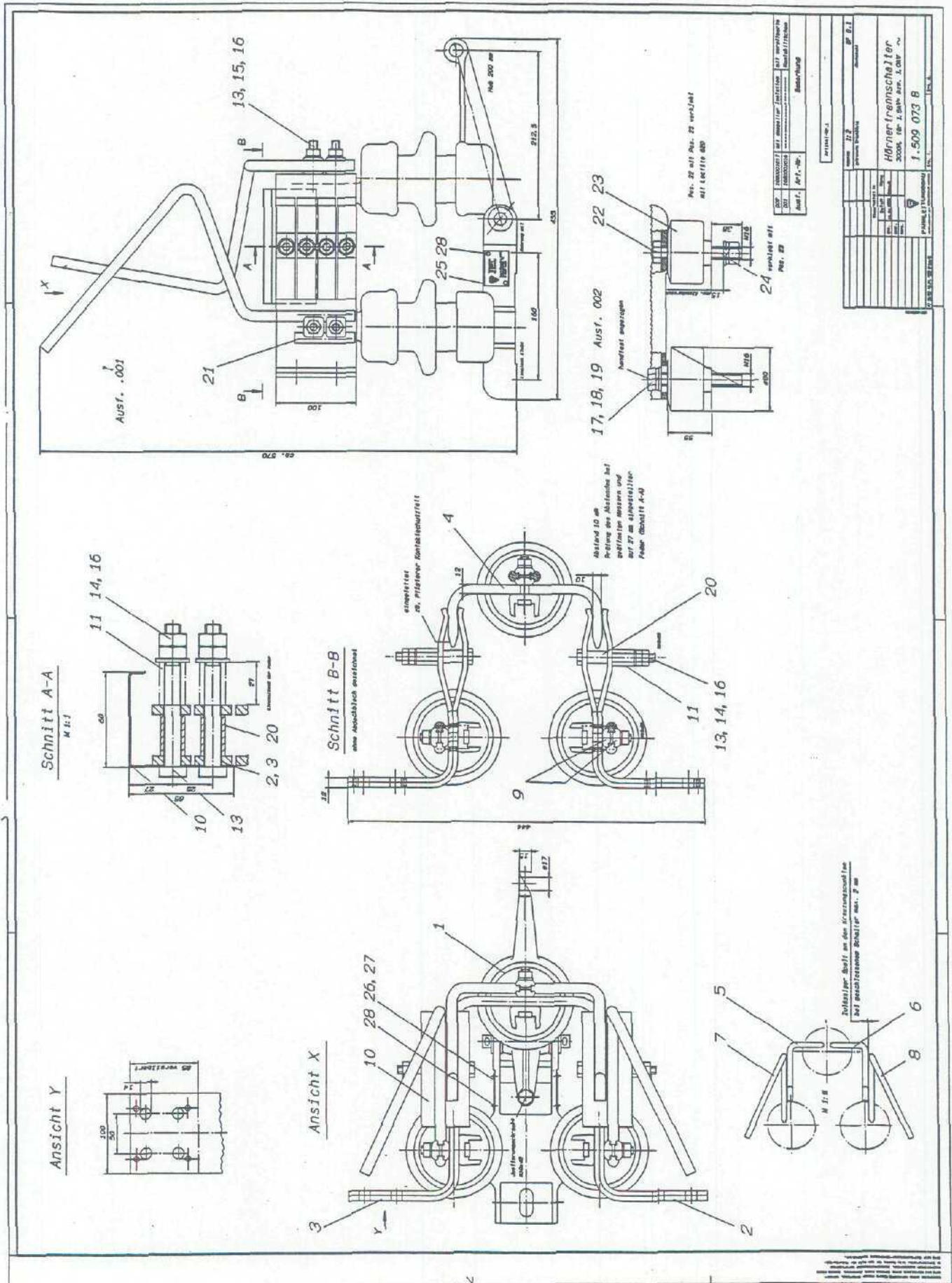
T1 und T2
Anschlüsse

T3 bis T8
Kontakte

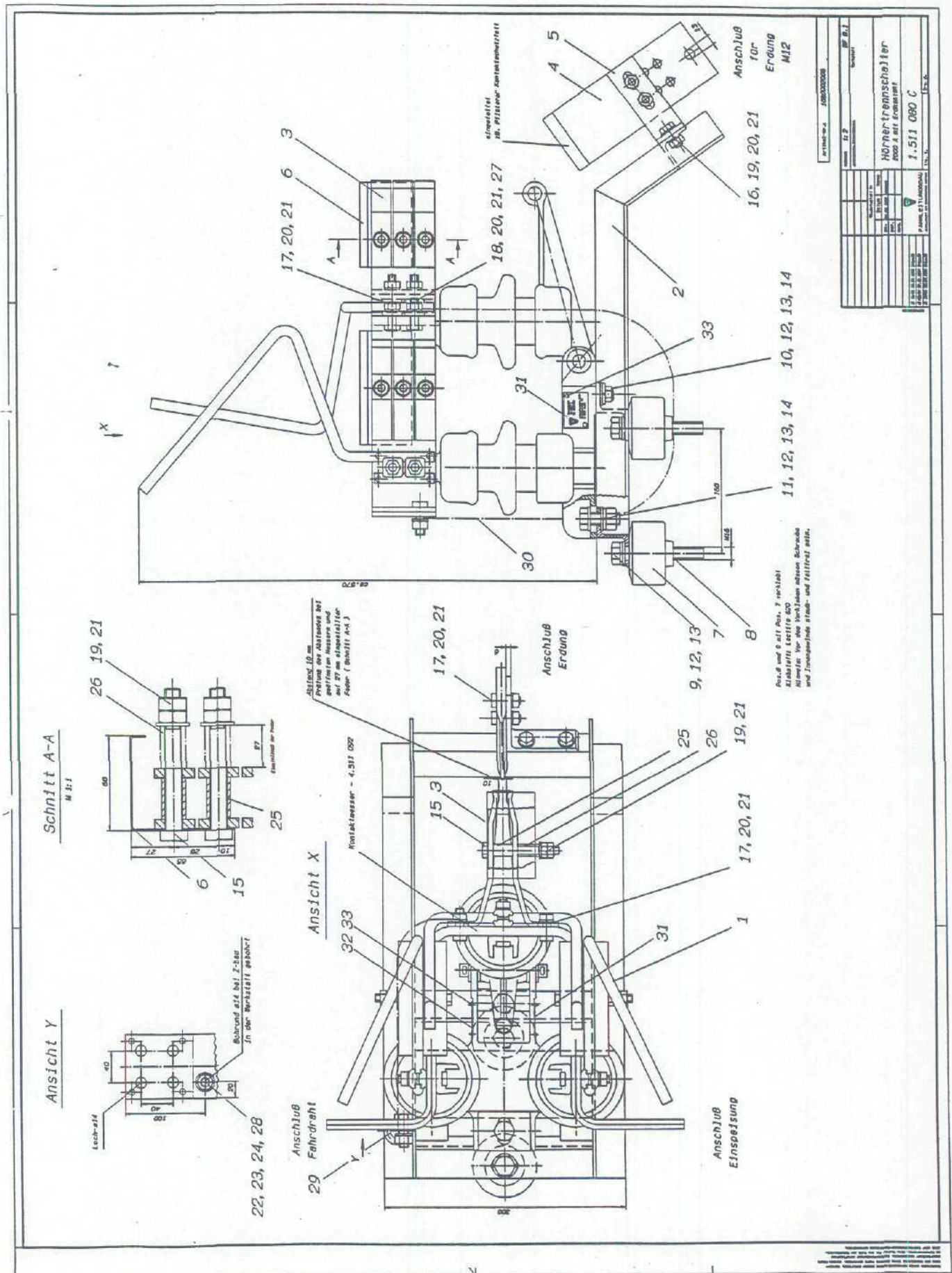
Zeichnung 1: Hörnertrennschalter Typ 108 0001 005

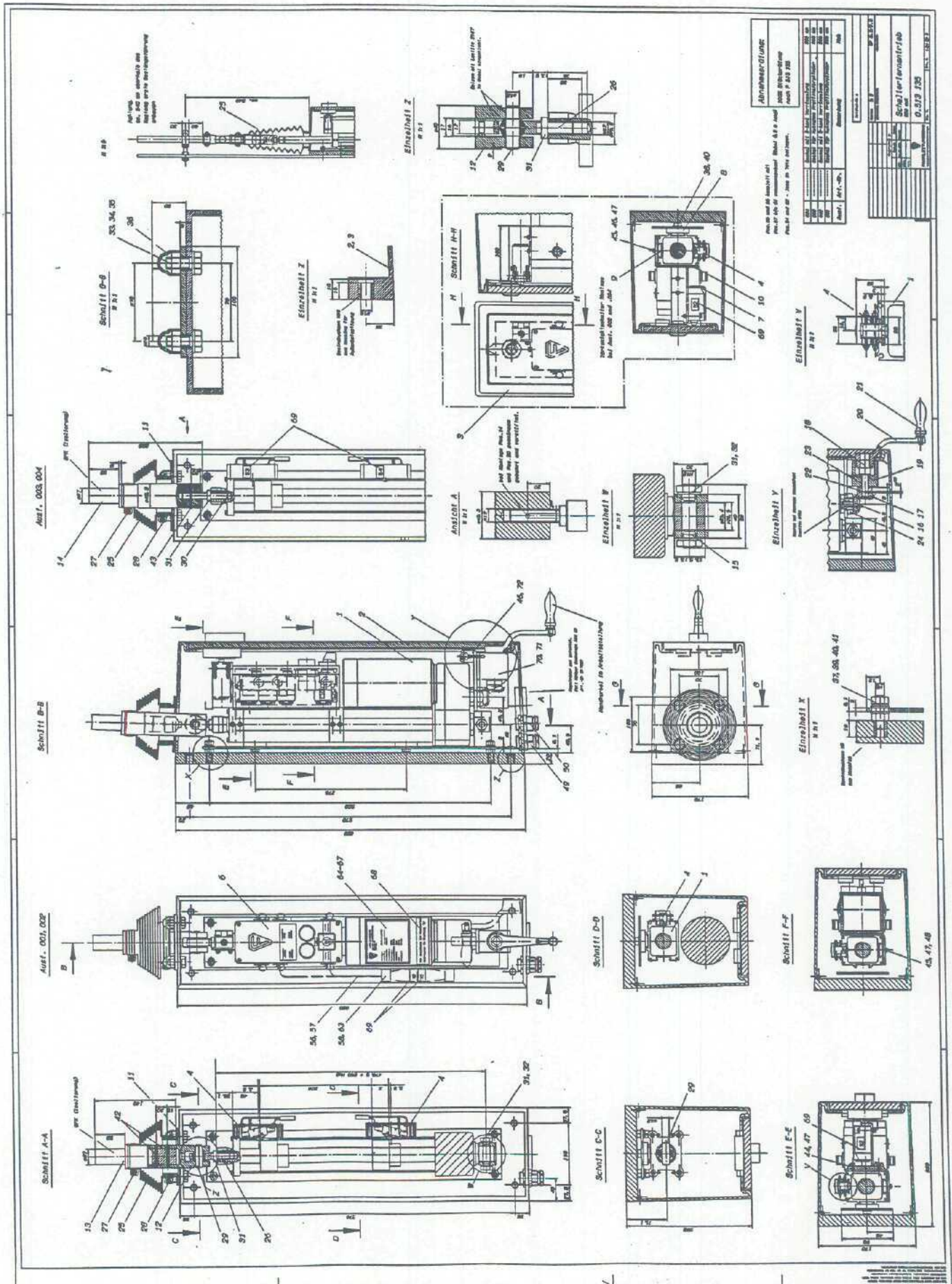


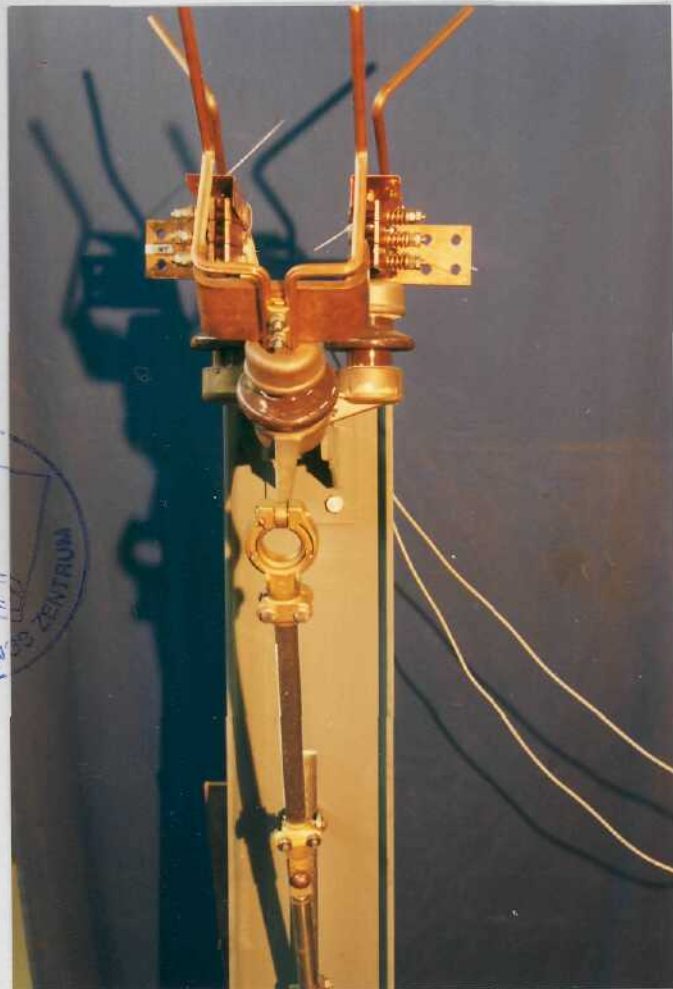
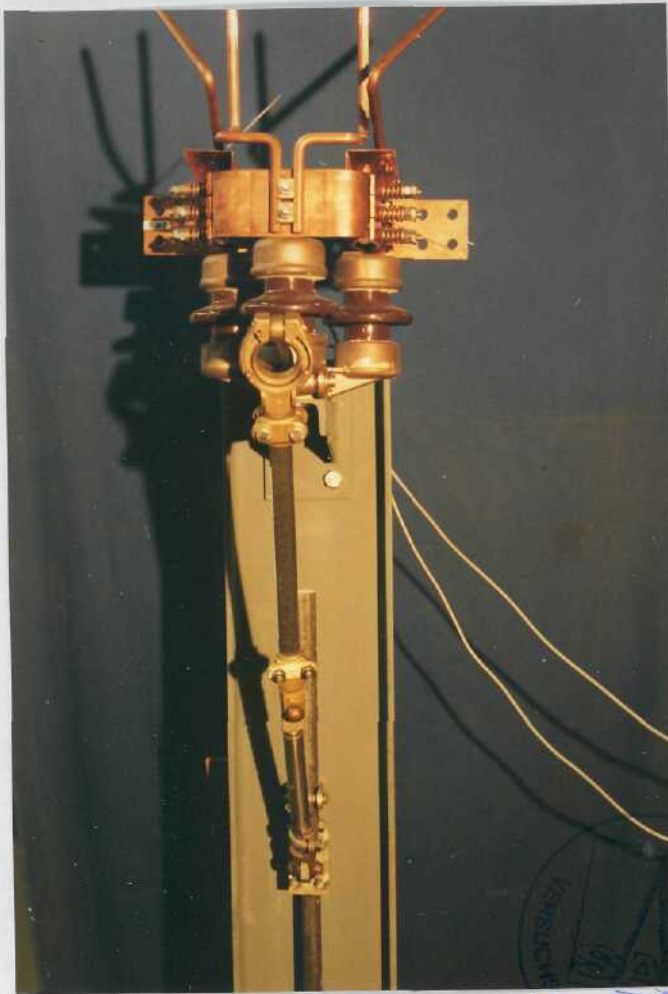
Zeichnung 2: Hörnertrennschalter Typ 108 0001 016



Zeichnung 3: Hörnertrennschalter Typ 108 0002 006







Bilder 2 und 3: Trennschalter Typ 108 0001 005 mit Federzwischenspeicher



Bild 4: Versuchsaufbau der Erwärmungsprüfung

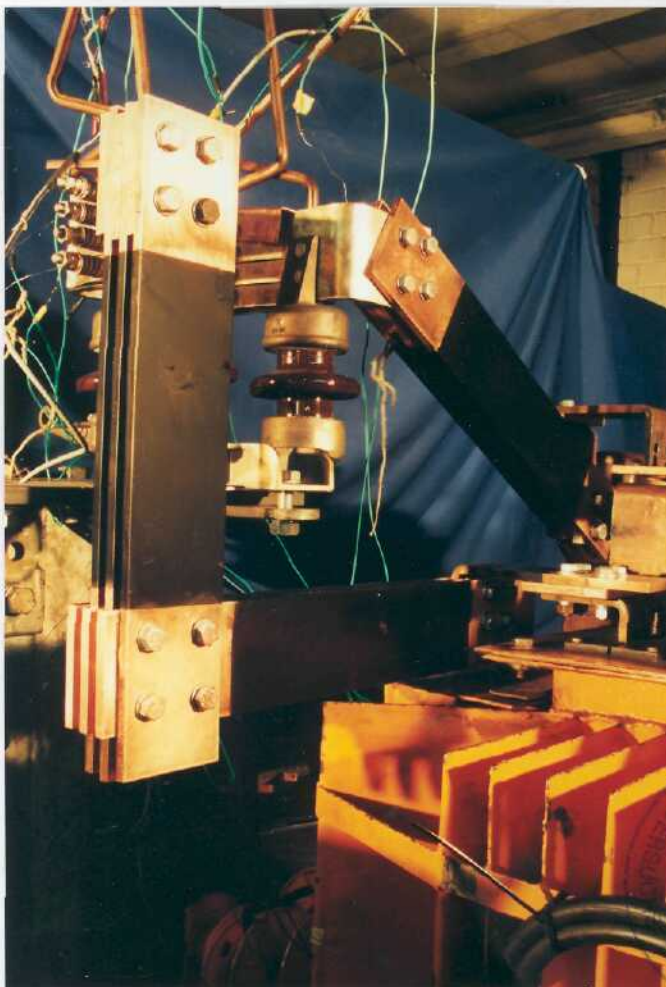


Bild 5:

Anschluß an den Hörnertrennschalter mit dem nach DIN-VDE vorgeschriebenen Kupferquerschnitt.

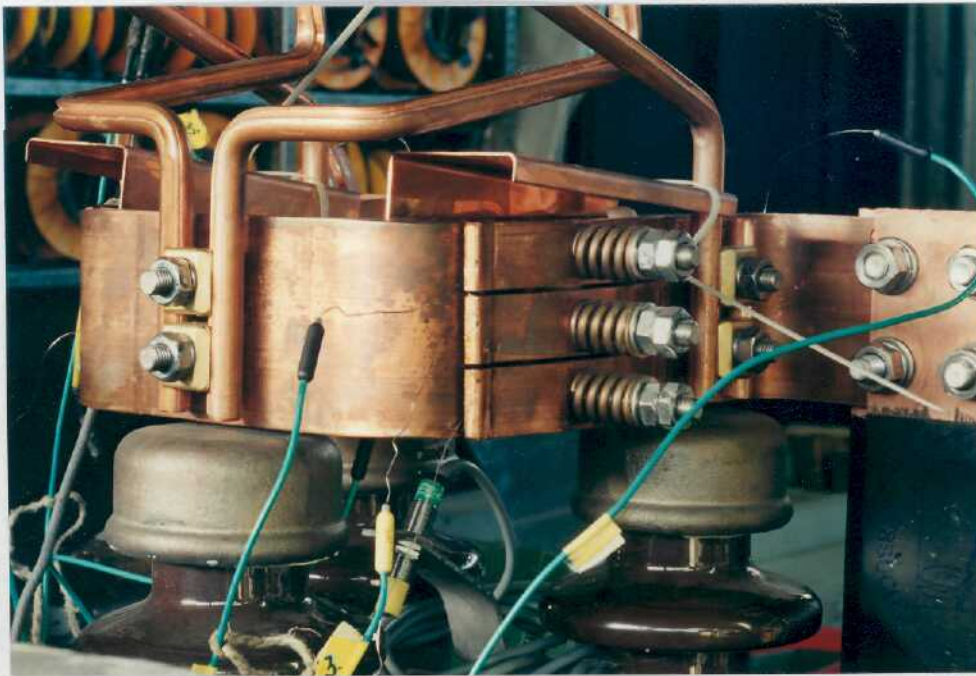


Bild 6: Temperaturmeßstellen am Trennschalter Typ 108 0001 005 während der Erwärmungsprüfung.

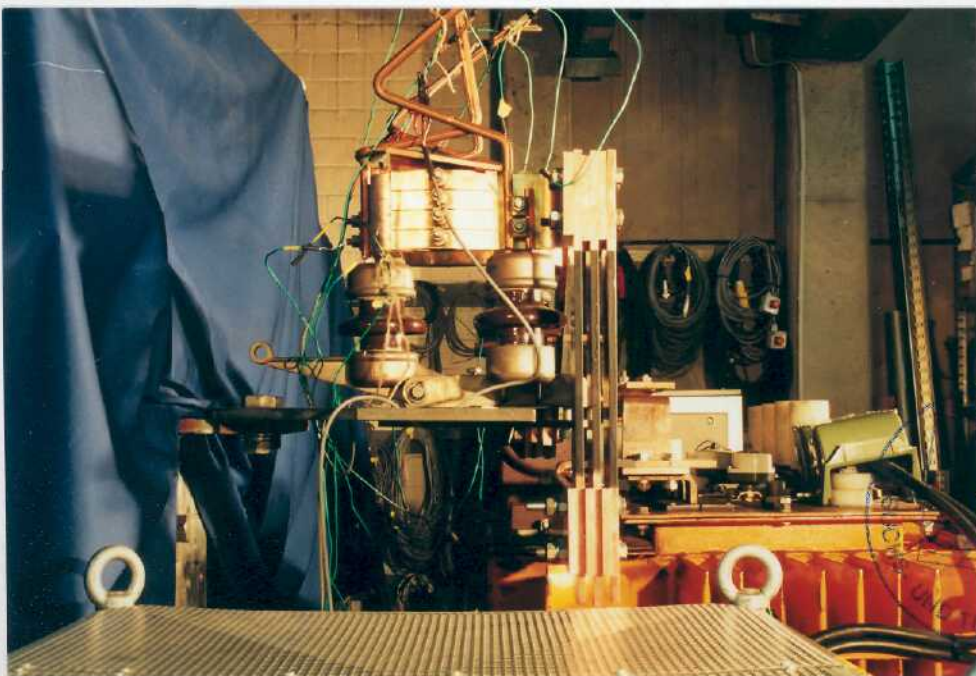


Bild 7: Erwärmungsprüfung am Trennschalter Typ 108 0001 016

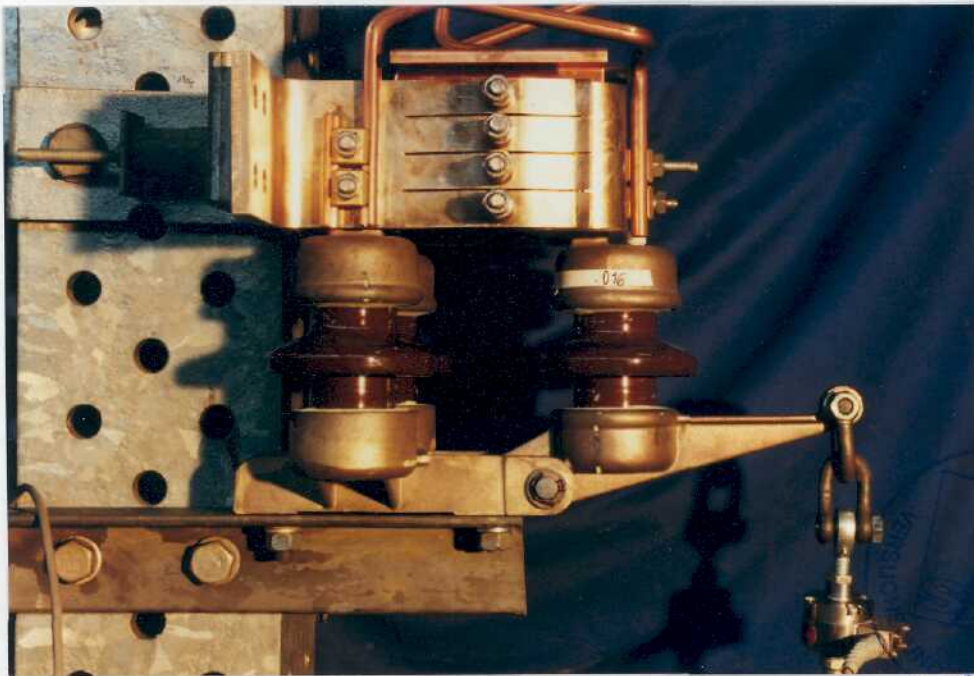


Bild 8: Prüfung der Festigkeit des Bedienteils.
Belastung mit der dreifachen Öffnungskraft.



Bild 9: Feststellung des Schalters bei der Festigkeitsprüfung des Bedienteils



Bild 10: Hörnertrennschalter Typ 108 0002 006 mit starrem Antrieb