

**PRAEZISIONSWATTMETER
MODELL 304B**

BEDIENUNGSANLEITUNG

Infratek

BEDIENUNGSANLEITUNG

1. Einführung und Spezifikationen
 - 1.1. Einführung
 - 1.2. Das 3-Phasen Präzisionswattmeter 304B
 - 1.3. Eigenschaften des 304B
 - 1.4. Gemessene Werte und deren Definitionen
 - 1.5. Spezifikationen
 - 1.6. Zusammenfassung der Programmierfunktionen

2. Bedienungsanleitung
 - 2.1. Einführung
 - 2.2. Installation
 - 2.3. Netzanschluss
 - 2.4. Verstellbare Lage des 304B
 - 2.5. Rack-Montage
 - 2.6. Betriebseigenschaften
 - 2.7. Front- und Rückwandbeschriftung
 - 2.8. Anzeige
 - 2.9. Ueber- / Unterbereichsanzeige
 - 2.10. Bereichswahl
 - 2.11. Abtastung
 - 2.12. Mittelungszeit (AVG)
 - 2.13. RUN / HOLD, Triggermessungen
 - 2.14. Externe Triggereingänge
 - 2.15. Messzyklen
 - 2.16. Anzeige des 304B Wattmeters
 - 2.17. Strom- und Spannungsskalierung
 - 2.18. 2-Wattmeter- / 3-Wattmeter-Programmierung
 - 2.19. Timerprogrammierung für Energiemessung
 - 2.20. Einfache Messungen mit dem 304B
 - 2.20.1. Messungen im Einphasen-Netz
 - 2.20.2. Messungen im Dreiphasen-Netz
 - 2.20.3. Messungen in Frequenzrichter-Schaltungen
 - 2.20.4. Blindleistungsmessung

- 2.21. Programmierbarer Schreiberausgang (Option 05)
- 2.22. 10-fach Schreiberausgang (Option 08)
- 2.23. 100-Ampère 3-Phasen Shunt (Option 04)
- 2.24. Breitband-Hochstromeinschub 0-150A
- 2.25. Frequenzmessung (Option 14)
- 2.26. Andere 304B-Programmierfunktionen
- 2.27. 304BT Präzisionswattmeter für Transformatoren-Prüfung
- 2.28. 304BM Präzisionswattmeter für Motoren-Prüfung

- 3. Fernprogrammierung
 - 3.1. Einführung
 - 3.2. Möglichkeiten
 - 3.3. Bus-Adresswahl
 - 3.4. Gerätabhängige Befehle
 - 3.5. Ausgabebefehle Fn, Hn
 - 3.6. Bereichsbefehle In, Un
 - 3.7. Anzeigebefehle Dn, En
 - 3.8. Modusbefehle
 - 3.9. Pn Befehle für die Bedienungsaufruf-Maske SRQ
 - 3.10. Endbefehle Wn
 - 3.11. Holbefehle G1 (Get Commands)
 - 3.12. Skalierbefehle Sn
 - 3.13. Verarbeiten der Befehle
 - 3.14. Syntaxregeln
 - 3.15. Ausgabedaten
 - 3.16. Das Laden der Ausgabedaten
 - 3.17. Bedienungsaufrufe SRQ
 - 3.18. Das Abfrageregister
 - 3.19. Schnittstellenmeldungen
 - 3.20. Talk-Only-Modus
 - 3.21. Talk-Only-Programmierung

1.1

1. EINFUEHRUNG UND SPEZIFIKATIONEN

1.1. Einführung

Dieses Handbuch umfasst Spezifikationen, eine Bedienungsanleitung sowie Wartungsinstruktionen für das 3-Phasen Präzisionswattmeter 304B.

1.2. Das 3-Phasen Präzisionswattmeter 304B

Das Modell 304B misst und berechnet 48 Werte gleichzeitig (auf drei Phasen). Vier dieser Werte werden auf dem 40-stelligen Vakuum-Fluoreszenz Display angezeigt. Sie können mit Hilfe der Funktionstasten auf der Frontplatte des 304B gewählt werden. Die Strom- und Spannungseingänge sind galvanisch getrennt und können gegenseitig und gegenüber Erde einer Gleichtaktspannung bis zu 1400V Spitze ausgesetzt werden. Der Frequenzbereich ist Gleichstrom bis 100kHz.

Strom und Spannung werden mit Konvertern gemessen. Die Leistung wird aus Abtastungen von Strom- und Spannungsmomentanwerten ermittelt. Die Mittelwertberechnungen können in vier Stufen gewählt werden. Aus den Messwerten Strom, Spannung und Leistung werden die restlichen Grössen ermittelt.

Das 304B kann auch im Triggermodus betrieben werden. Ein Messzyklus wird durch einen Eingang an der 304B Front- oder Rückseite oder von einer IEEE-488 Schnittstelle ausgelöst. Im Triggermodus werden 46 Werte innerhalb ca. 0.8 Sekunden berechnet. Sämtliche Werte können anschliessend angezeigt oder über den Schnittstellen-Bus ausgelesen werden.

Der Universal-Schreiberausgang kann an der Frontseite so programmiert werden, dass er einen der neun Werte (Effektiv-Strom, Effektiv-Spannung oder die Leistung der Phasen 1 -3) ausdrückt.

Der Mehrfachschreiberausgang gibt simultan 10 Grössen an den Schreiberausgangsanschluss.

Mittels der IEEE-488 Schnittstelle kann das Instrument vollumfänglich bedient werden.

1.3. Eigenschaften des 304B

- 0.1 % Genauigkeit
- Gleichzeitiges Messen von 48 Werten in 3 Phasen
- Gleichzeitige Anzeige von 4 Werten
- Eingänge galvanisch getrennt
- Breiter Frequenzbereich: Gleichstrom - 100kHz
- Wechselstrom oder Wechsel- plus Gleichstromkopplung
- Universelle Talk-Only Programmierung
- Timerfunktion für Energiemessung
- 3-Wattmeter/2-Wattmeter Programmierung
- Strom- und Spannungsskalierung für jede Phase
- Nichtflüchtige Speicher für programmierte Funktionen

1.2

- Automatische oder manuelle Bereichswahl
- 7 Spannungsbereiche 2V, 6V ..., 1000V
- 4 Stromeinschübe 20mA bis 150A pro Phase
- Einfache Bedienung

Optionen: IEEE-488 Schnittstelle, Universal-Schreiber-
ausgang, Mehrfachschreiber-
ausgang, Mehrfachschreiber-
ausgang, Mehrfachschreiber-
ausgang, Frequenz-
messung, standard und koaxiale Shunts.

1.4. Gemessene Werte und deren Definitionen

Das 304B misst gleichzeitig die folgenden 48 Werte in den Phasen
1, 2 und 3:

Stromeingänge (AC- und AC+DC-Kopplung)

- Effektivwert
- Gleichrichtwert
- Mittelwert
- Strommittelwert aller 3 Phasen

Spannungseingänge (AC- und AC+DC-Kopplung)

- Effektivwert
- Gleichrichtwert
- Mittelwert
- Spannungsmittelwert aller 3 Phasen

Strom- und Spannungseingänge (AC- und AC+DC-Kopplung)

- Leistung: P1, P2, P3 und $\Sigma(P1 + P2 + P3)$
- Scheinleistung: S1, S2, S3 und $\Sigma(S1 + S2 + S3)$
- Betrag der
Blindleistung: Q1, Q2, Q3 und $\Sigma Q1 + Q2 + Q3$
- Leistungsfaktor (Phasen 1, 2, 3)
- Energie (positiv und negativ) aller drei Phasen
- Betrag der Lastimpedanz (Phase 1, 2, 3)
- Widerstandsteil der Lastimpedanz (Phase 1, 2, 3)
- Korrektur der Scheinleistung in 2-Wattmeter-Schaltung

Die mathematischen Definitionen der gemessenen und berechneten
Größen finden Sie auf der nächsten Seite.

1.3

Mathematische Definitionen

Effektivwert (A_R, V_R): $(1/nT \int_0^{nT} i^2 dt)^{1/2}, (1/nT \int_0^{nT} v^2 dt)^{1/2}$

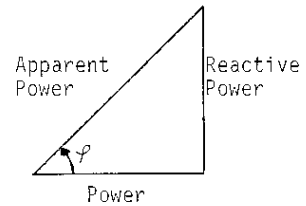
Gleichrichtwert (A_t, V_t): $1/nT \int_0^{nT} |i| dt, 1/nT \int_0^{nT} |v| dt$

Mittelwert ($A=, V=$): $1/nT \int_0^{nT} i dt, 1/nT \int_0^{nT} v dt$

Leistung (W): $1/nT \int_0^{nT} v \cdot i \cdot dt$

Mittlere Spannung: $(V_1 + V_2 + V_3) / 3$
 Mittlerer Strom: $(A_1 + A_2 + A_3) / 3$

Scheinleistung (VA) = $I_{RMS} \cdot V_{RMS}$



Betrag der Blindleistung (VAR) = $I_{RMS} \cdot V_{RMS} \cdot \sin\varphi$ Power Triangle

Leistungsfaktor (PF) = Leistung / Scheinleistung

Energie (Wh) = $\int_0^t P_1 dt + \int_0^t P_2 dt + \int_0^t P_3 dt$ (P_1 = Leistung Phase 1)

Betrag der Lastimpedanz ($|Z|$) = V_{RMS} / I_{RMS}

Realteil der Lastimpedanz ($\text{Re}Z$) = $\frac{V_{RMS}}{I_{RMS}} \cdot \cos\varphi$

$\Sigma P = P_1 + P_2 + P_3$ (Summenleistung der Phasen 1, 2 und 3)

$\Sigma S = S_1 + S_2 + S_3$ (Summe der Scheinleistungen der Phasen 1, 2 und 3)

$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ (Summe der Blindleistungen der Phasen 1, 2 und 3)

$\Sigma PF = \Sigma P / \Sigma S$ (mittlerer Leistungsfaktor)

2-Wattmeter Messungen (2 Strom- und 2 Spannungseingänge)

$S_i = I_{RMS} \cdot V_{RMS}$, Average Voltage/Current: $x = x_1 + x_2 / 2$

$\Sigma S = (S_1 + S_2) \sqrt{3}/2; (S_1 + S_3) \sqrt{3}/2; (S_2 + S_3) \sqrt{3}/2$

$\Sigma P = P_1 + P_2; (P_1 + P_3); (P_2 + P_3)$

$\Sigma Q = |Q_1| + |Q_2|; |Q_2| + |Q_3|; |Q_1| + |Q_3|$

1.4

1.5. Spezifikationen

STROM

Bereiche:
 2A Einschub: 20mA, 60mA, 200mA, 600mA, 2A (1Ω)
 10A Einschub: 200mA, 600mA, 2A, 6A, 20A¹⁾, (0.1Ω)
 30A Einschub: 2A, 6A, 20A, 60A, ...²⁾, (10mΩ)
 150A Einschub: 0-200mA, 0-600mA, 0-2A, 0-6A, 0-20A, 0-60A, 0-150A*
 100A Shunt: 20A, 60A, 200A, ...³⁾, (1mΩ)
 Spannungseinschub: 1mV=1A, Bereich 0-20mV, ..., 0-2V

Maximalwerte:
 2A Einschub: 3A, 3 Minuten
 10A Einschub: 10A, 30 Sekunden
 30A Einschub: 30A, 30 Sekunden
 100A Einschub: 200A, 30 Sekunden
 Spannungseinschub: 20V max.

Anzeige:
 0-2045 für 2/20/200-Bereiche
 0-6135 für 6/60/600-Bereiche
 mit Skalierung: 0-99999

Frequenzbereich: DC+AC-Kopplung: DC-100kHz
 AC-Kopplung: 15Hz-100kHz

Genauigkeit: 1 Jahr, 18-25°C, alle Bereiche

True RMS (Ar) Rect. Mean (At) Mean (A=)	} ±(0.1 % MW + 0.1 % MB) ±(0.1 % MW + 0.2 % MB)	40Hz-1000Hz ┌ DC: 15Hz-40Hz └ 1kHz-20kHz
True RMS Rect. Mean Mean		±(2.0 % MW + 0.5 % MB) 20kHz-100kHz

1) 7A pro Phase 2) 22A pro Phase dauernd 3) 100A pro Phase dauernd
 *Detaillierte Spezifikationen auf Anfrage

Scheitelfaktor: Grösser als 3 bei 50 % Vollausschlag
 Temp. Koeffizient: ±(0.01 % MB) /°C

SPANNUNG

Bereiche: 2V, 6V, 20V, 60V, 200V, 600V, 1000V⁴⁾
 Maximalwerte: Alle Bereiche: 1000V RMS oder 1400V Spitze

1.5

Anzeige: 0-2045 für 2V, 20V, 200V, 1000V-Bereiche
 mit Skalierung: 0-6135 für 6V, 60V, 600V-Bereiche
 0-99999
 Frequenzbereich: DC+AC-Kopplung: DC-100kHz
 AC-Kopplung: 15Hz-100kHz
 Genauigkeit: 1 Jahr, 18-25°C, alle Bereiche

True RMS (Vr)	} ±(0.1 % MW + 0.1 % MB)	40Hz-1000Hz DC:15Hz-40Hz 1kHz-20kHz 20kHz-50kHz	
Rect. Mean (Vt)			±(0.1 % MW + 0.2 % MB)
Mean (V=)			±(0.3 % MW + 0.3 % MB)
True RMS	} ±(0.8 % MW + 0.4 % MB)	50kHz-100kHz	
Mean			±(1.0 % MW + 0.4 % MB)
Rect. Mean			±(1.0 % MW + 0.4 % MB)

4) Für $V_{in} > 700V$ ist die Genauigkeit auf 1 Minute Betriebsdauer begrenzt.

Scheitelfaktor: Grösser als 3 bei 50 % Vollausschlag
 Temp. Koeffizient: $\pm(0.01 \% MB) / ^\circ C$
 Eingangsimpedanz: 1Mohm / 20pF
 Volt-Hertz Produkt: $1 \times 10^7 VHz$

LEISTUNG

Bereiche: (Leistungsbereich=Strom- x Spannungsbereich)
 2A Einschub: 40mA, 120mW, 360mW, ..., 2000W pro Phase
 10A Einschub: 400mW, 1200mW, ..., 20kW pro Phase
 30A Einschub: 4W, 12W, ..., 60kW pro Phase
 100A Shunt: 40W, 120W, ..., 200kW pro Phase
 Spannungseinschub Leistungsbereiche sind abhängig vom Shunt-
 für externe Shunts: widerstand

Anzeige (10A Einschub): 0-418.2mW, 0-1254mW, 0-3.764W etc.
 mit Skalierung: pro Phase
 0-999999

Maximalwerte: Gleich wie Strom und Spannung

Frequenzbereich: AC+DC-Kopplung: DC-100kHz
 AC-Kopplung: 15Hz-100kHz

1.6

Temp. Koeffizient: $\pm(0.02 \% \text{ MB}) / ^\circ\text{C}$

Ueberbereichs-
anzeige: Spannungs- und Stromwerte ausserhalb dem linearen Betriebsbereich werden durch die beiden Led's "U-UP" und "I-UP" und durch Dunkelschalten des entsprechenden Anzeigewerts angezeigt.

Genauigkeit: 1 Jahr 18-25°C, Leistungsfaktor 0.5 bis 1.0, alle Bereiche

Continuous sampling AVG=2	$\pm(0.1 \% \text{ MW} + 0.1 \% \text{ MB})$ $\pm(0.1 \% \text{ MW} + 0.2 \% \text{ MB})$ $\pm(0.2 \% \text{ MW} + 0.35 \% \text{ MB})$	40Hz-400Hz ┌15Hz-40Hz, └400Hz-1kHz DC
Random sampling AVG=4	$\pm(0.5 \% \text{ MW} + 0.3 \% \text{ MB})$ $\pm(1.0 \% \text{ MW} + 0.5 \% \text{ MB})$ $\pm(2.0 \% \text{ MW} + 0.8 \% \text{ MB})$	DC-20kHz 20kHz-60kHz 60kHz-100kHz

Genauigkeit auf 1 Min. Betriebsdauer begrenzt für $V_{in} > 700$ und Ströme $> 7\text{A}$ (10A Einschub), $> 22\text{A}$ (30A Einschub) respektive $> 100\text{A}$ (100A Shunt).

Für Leistungsfaktoren < 0.5 verdoppeln sich die Fehler.

Scheinleistung: Summe der Fehler von Spannung und Strom.

Betrag der Blindleistung: Summe der Fehler von Spannung, Strom Leistung und Scheinleistung. Für Leistungsfaktoren zwischen 0.8 und 1.0, verdoppeln sich die Fehler.

Leistungsfaktor: Summe der Fehler von Leistung und Scheinleistung.

Energie: Kontinuierliche Abtastung: 0.4 % MW.
Zufallsabtastung 1 % MW, DC-20kHz; 3 % MW, 20kHz-100kHz

Betrag der Lastimpedanz: Summe der Fehler von Spannung und Strom.

Wirkwiderstand der Lastimpedanz: Summe der Fehler von Spannung, Strom und Leistungsfaktor.

1.7

Allgemeines

Eingänge:	Potentialfrei, Eingänge sind galvanisch getrennt, Isolationsspannung 3kV/50Hz während einer Minute.
Gleichtaktunterdrückung:	Stromeingang 120dB bei 50/60Hz Spannungseingang 100dB bei 50/60Hz
Anzeige:	40 Stellen, 5mm grosse Vakuum Fluoreszenz Anzeige. Vier Werte, einschliesslich Vorzeichen und Einheiten, werden gleichzeitig angezeigt. Die gewählte Mittelwert Berechnung 1, 2, 3 oder 4 wird stets an der letzten Stelle, auf der rechten Anzeigeseite, angegeben.
Tasten:	Die Tasten unterhalb der Anzeige werden im Abschnitt "Mathematische Definitionen" erläutert. Die drei Tasten PF/Wh/ Z , haben Doppel-funktionen. Mit der Taste PF/(IU) können die Strom- und Spannungsbereiche angezeigt werden. Das Tastenfeld auf der linken Seite der Anzeige dient zur Wahl der Bereiche und der Kopplung. Das Tastenfeld auf der rechten Seite der Anzeige ist für die Wahl der Abtastung und den Run/Hold-Modus bestimmt. Die zwei Funktionstasten "Phase 1, 2, 3, " und "Σ P, S, Q" dienen zur Wahl der Phasen - und Summenwerte. Der Abtast-Modus "Cont Sampling" dient zum Messen von Signalen unter 1kHz und der "Rand Sampling" für Signale über 1kHz.
Anstiegszeit:	Strom und Spannung: 1 Sekunde bis zur Nenn-Genauigkeit. Leistung und leistungsverwandte Werte: Antwortzeit ist abhängig vom entsprechenden Abtastmodus und der Mittelwert-berechnung. Min. 0.8 Sek. (cont. sampling, AVG=1), Max. 20 Sek. (rand. sampling, AVG=4).
Bereichswahl:	Automatisch für Strom- und Spannungsbe-reiche oder manuell mit "UP-range" und "Down-range" Tasten.
Anwärmzeit:	2 Minuten für Nenngenaugigkeit
Leistung:	220V (110V) + 20 %/-10 %, 50-60Hz /48VA
Grösse:	H x W x D; 132 mm x 450 mm x 300 mm
Gewicht:	7.8 kg

1.8

- Schreiberausgang:** Das Signal des programmierbaren Schreiber-
ausgangs (Option 05) ist proportional dem
Strom-, Spannungseffektivwert oder der
Leistung. Die gewünschte Ausgangsgröße kann
vom Anwender auf der Frontseite programmiert
werden. Die Ausgangsspannung ist $\pm 2V$ für
Bereichsendwert. Der Mehrfachschreiberausgang
(Option 08) gibt 10 Signale, proportional 3 x
Arms, 3 x Vrms, und 4 x W (Summe), aus. Die
Ausgangsspannungen sind 0-2V für
Vollausschlag. Positive Leistungsanzeige ist
erforderlich. Genauigkeit 0.4 %.
- IEEE-488 Schnitt-
funktionen:** Diese Option ermöglicht vollumfängliche Be-
dienung und Datenausgabe und unterstützt die
folgenden Schnittstellenfunktionen: SH1, AH1,
T5, L4, SR1, RL1, DC1, DT1, E1, PP0 und C0.
- Frequenzmessung:** Die Frequenzmessung misst Frequenz des
Stromsignals der Phase 1. 10Hz-8kHz.
Genauigkeit 0.2 % $\pm 4Hz$.

1.6. Zusammenfassung der Programmierfunktionen

Eingabe der Skalierungsfunktionen:

"HOLD" wählen \rightarrow "SCALE" drücken \rightarrow "SCALE A" oder "SCALE V"
drücken \rightarrow Skalierungsfaktor eingeben \rightarrow "ENTER" drücken \rightarrow "RUN"
wählen.

Wahl 2-Wattmeter oder 3-Wattmeter Messung:

"HOLD" wählen \rightarrow "SCALE" drücken \rightarrow "AVG" drücken (Anzeige
schaltet 2-W zu 3-W-Konfiguration) \rightarrow "RUN" wählen.

Aktivieren des Timers für Energiemessung:

"HOLD" wählen \rightarrow "SCALE" drücken \rightarrow "WhRES" drücken (Timer ist
aktiviert wenn "/T" angezeigt wird, timer ist deaktiviert wenn
"/-" angezeigt wird) \rightarrow "RUN" drücken.

Messzeit des Timers setzen:

"HOLD" wählen \rightarrow "SCALE" drücken \rightarrow " Σ " drücken (nun wird die
Talk-only Programmierung und die Messzeit angezeigt) \rightarrow "ENTER"
drücken \rightarrow Zeit eingeben \rightarrow "ENTER" drücken \rightarrow "RUN" wählen.

Talk-only Programmierung:

"HOLD" wählen → "SCALE" drücken → "Σ" drücken → Drücken Sie jene Funktionen (Ar, At, Vr, ...), die an den Drucker ausgegeben werden sollen → "ENTER" drücken → Wählen Sie das Zeitintervall für die Datenausgabe → "ENTER" drücken → "RUN" wählen.

2.1

2. BEDIENUNGSANLEITUNG

2.1. Einführung

Dieser Abschnitt beinhaltet Installationsangaben sowie die Bedienungsanleitung für das 304B. Die messtechnischen Grundsätze sind in Abschnitt 2.20. zu finden.

2.2. Installation

Das 304B hat eine auf der Rückwand angebrachte Netzsicherung in Serie mit der Stromzufuhr. Eine 250mA, 250V, träge Sicherung wird bei der Herstellung des 304B eingesetzt, und der Spannungswählschalter ist auf 220V Netzbetrieb geschaltet. Wird mit Netzspannungen zwischen 98V-125V gearbeitet, muss die Sicherung gegen eine 500mA, 250V, träge Sicherung getauscht werden und der Spannungswählschalter auf 98V-125V stehen.

WARNUNG: Um einen elektrischen Schlag zu vermeiden, muss vor dem Auswechseln der Sicherung das Netzanschlusskabel herausgezogen werden.

2.3. Netzanschluss

WARNUNG: Um Schlaggefahr zu vermeiden, sollte das Netzanschlusskabel des 304B an einen Netzstecker mit Erdungskontakt angeschlossen werden. Um Schaden am Gerät zu vermeiden, muss der Spannungswählschalter auf der Rückseite des 304B die korrekte Spannung anzeigen.

2.4. Verstellbare Lage des 304B

Vier verstellbare Füße an der Unterseite des 304B ermöglichen verschiedene Schräglagen und somit optimal eingestellte Blickwinkel auf die Anzeige des Instrumentes. Die Position der Füße kann verstellt werden, indem sie hineingedrückt und bis zum Anschlag der gewünschten Schräglage gedreht werden.

2.5. Rack-Montage

Für den Einbau des 304B in ein 19-Zoll-Rack werden je ein Rack-Adapter an die rechte und linke Instrumentenseite geschraubt.

2.6. Betriebseigenschaften

Beim Einschalten des 304B wird zuerst der interne digitale Schaltkreis aktiviert. Anschliessend bestimmt das Instrument den

2.2

verwendeten Einschub und die installierten Optionen und legt den entsprechenden Optionenstatus fest. Das 304B nimmt dann folgende Konfiguration an:

Autorange: Beginnt im 1000V Bereich und im höchsten Strombereich.
Continuous
Sampling: Kontinuierliche Abtastung
Run: Kontinuierliches Messen
Wechselstrom-Kopplung
Mittelung 1
Anzeige der 1.-Phasen-Werte: I_{RMS} , U_{RMS} , P, Leistungsfaktor

BEACHT: Wenn der Stromeinschub gewechselt wird, muss das Instrument ausgeschaltet und neu aufgestartet werden. Es ist eine neue Initialisierung erforderlich.

2.7. Front- und Rückwandbescrieb

Die Funktionen auf der Vorderseite des Instrumentes werden in Abbildung 2.1. erläutert, die Funktionen auf der Rückseite in Abbildung 2.2. Die Definitionen der gemessenen Werte sind in Abschnitt 1.4. zu finden.

2.8. Anzeige

Die Anzeige des 304B besteht aus 40 Vakuum-Fluoreszenz Anzeigepositionen. Im normalen RUN-oder HOLD-Modus werden 4 Werte, einschliesslich ihrer Einheiten, angezeigt. Die Wahl dieser Werte wird im Tastenfeld unterhalb der Anzeige bestimmt. Die letzte Stelle auf der Anzeige gibt die gewählte Mittelwertberechnung mit 1, 2, 3 oder 4 an.

2.9. Ueber- / Unterbereichsanzeige

Ein Eingang ist im Ueberbereich, wenn er den Anzeigebereich des gewählten Messbereichs oder die Momentan-Spitzenwerte des Betriebsbereichs des A/D-Konverters übersteigt. Das 304B zeigt an, dass ein Eingang (Phase 1, Phase 2 oder Phase 3) im Ueberbereich ist, indem die Leds "I-UP" oder "U-UP" aufleuchten und der entsprechende Wert auf dem Display ausgeblendet wird. Fällt der Eingang unter 30 % des gewählten Bereichs, leuchten die "I-DOWN" oder "U-DOWN" Leds auf.

ACHTUNG: Es erfolgt keine zusätzliche Anzeige, wenn die maximalen Eingangswerte überschritten werden.

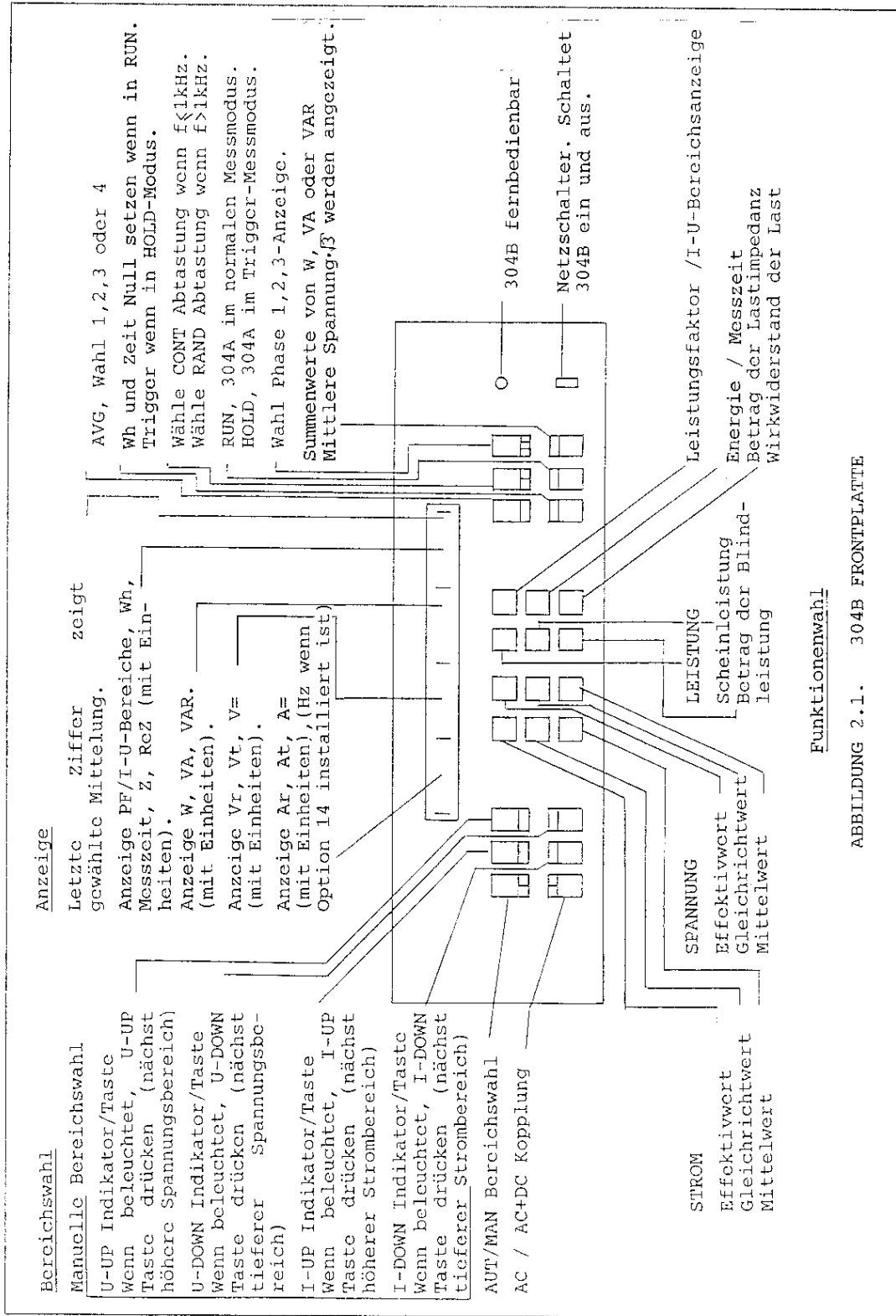


ABBILDUNG 2.1. 304B FRONTPLATTE

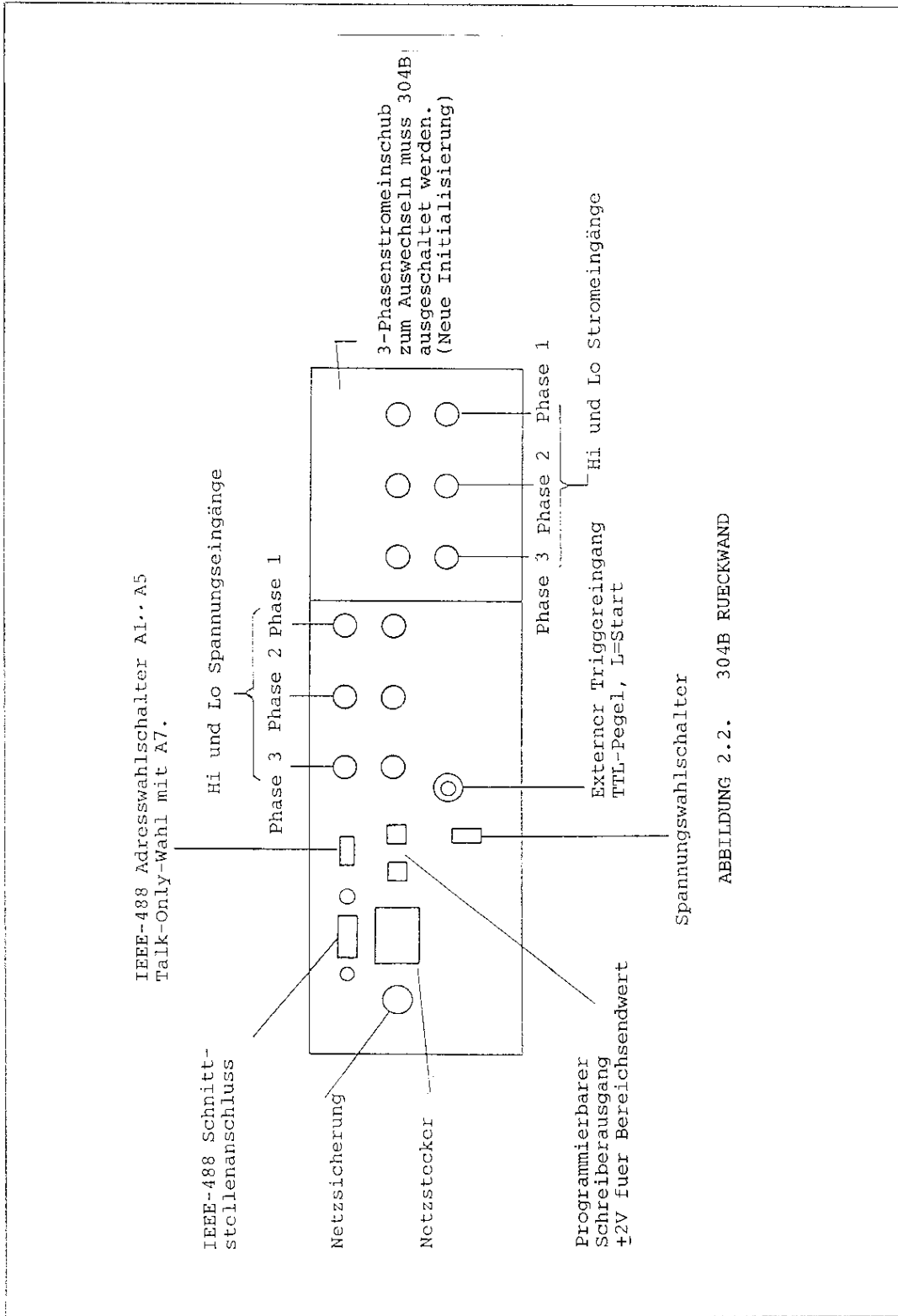


ABBILDUNG 2.2. 304B RUECKWAND

2.10. Bereichswahl

Die Messbereiche aller drei Phasen können gleichzeitig gewählt werden, entweder mit AUTORANGE (Led "AUTO" leuchtet auf) oder mit MANUAL-RANGE (Led "MAN" leuchtet auf). Das 304B zeigt in jedem Strom- und Spannungsbereich explizite Einheiten an; auf diese Weise lassen sich die angezeigten Werte leicht ablesen.

Autorange: Bei Autorange geht das 304B in einen höheren Bereich, wenn der Strom- oder Spannungseingang die Werte 2045 respektive 6135 Werte übersteigt (Bereiche sind 2/6/20/ ...), oder wenn die momentanen Spitzenwerte den Bereich des A/D-Konverters übersteigen. Das 304B springt entsprechend in einen niedrigeren Bereich, wenn der Eingang unter ca. 30 % des Gesamtbereichs, d.h. unter 600 bzw. 1800 fällt. Für Messungen an Frequenzumrichtern sollte manuelle Bereichswahl verwendet werden.

Manual-Range: Bei Manual-Range bleibt das 304B im gewählten Bereich bis ein anderer Bereich gewählt oder die Taste AUTORANGE gedrückt wird. Die Led-Anzeigen "UP- und DOWN"-Bereich sind Hilfsfunktionen für den Benutzer. Um den nächst höheren Strombereich zu wählen, wird die Taste "I-UP" 1-mal gedrückt. Um in den nächst tieferen Bereich zu gelangen, drückt man die Taste "I-DOWN" 1-mal. Gleiches Vorgehen gilt für den Spannungsbereich. Für Messungen an Frequenzumrichtern sollte in jedem Fall diese Bereichswahl verwendet werden.

2.11. Abtastung

Die Funktionen CONT- (kontinuierlich) und RAND- (zufällig) Abtastungen können im Tastenfeld rechts unterhalb der Anzeige gewählt werden. Das Instrument beginnt automatisch mit der Funktion CONT-Abtastung. Um RAND-Abtastung zu wählen, drückt man die Taste "Sampling" 1-mal (es leuchtet die Led "RAND" auf). Zurück zur CONT-Abtastung gelangt man durch erneutes Betätigen der Taste "Sampling".

CONT Abtastung: Ist die Grundfrequenz vom zu messenden Strom und von der Spannung kleiner als 1kHz, ist die Funktion CONT-Abtastung zu wählen. Die Leistung wird dann aufgrund eines Minimums von 1800 (AVG=1) aufeinanderfolgenden Abtastungen von Strom und Spannung bestimmt. Die Funktion CONT-Abtastung sollte immer dann angewendet werden, wenn die Grundfrequenz kleiner als 1kHz ist, denn mit CONT können eine höhere Genauigkeit der Leistung und schnellere Messzyklen erzielt werden. Mit dieser Funktion können präzise Leistungsmessungen periodischer Signale bis hinunter zu 10Hz innerhalb eines Messzyklus (ca. 0.8 Sek.) gemacht werden.

RAND-Abtastung: Ist die Grundfrequenz vom zu messenden Strom und von der Spannung höher als 1kHz, empfehlen wir die Funktion RAND-Abtastung zu wählen.

2.6

Im RAND-Abtastungsmodus ist die Leistungsmessung das Resultat von 1-8 Messzyklen. Jeder Messzyklus besteht aus 4000 willkürlich modulierten Abtastungen von Strom und Spannung. Der angezeigte Leistungswert pro Phase ist der Mittelwert einer Reihe von Messzyklen, die mit der Funktion AVG (Averaging / Mittelung) wie folgt bestimmt werden:

AVG	Anzahl der Messzyklen	Anzahl der Abtastungen
1	1	4'000
2	2	8'000
3	4	16'000
4	8	32'000

Höchste Genauigkeit wird durch AVG=4 erreicht. Je höher das AVG, desto länger die Antwortzeit des Instrumentes bis zur Berechnung des definitiven Leistungswerts auf allen drei Phasen; für AVG=4 beträgt die Antwortzeit ungefähr 20 Sekunden.

2.12. Mittelungszeit (AVG)

Die Mittelungszeit wird durch die Taste "AVG" gewählt und leuchtet stets in Form einer Zahl zwischen 1-4 auf der äussersten rechten Stelle der Vakuum-Fluoreszenz Anzeige auf. Jedesmal wenn AVG gedrückt wird, erhöht sich die AVG-Zahl bis sie 4 erreicht. Drückt man die AVG-Taste noch einmal, springt die AVG-Zahl zurück auf 1, um dann wieder stufenweise erhöht werden zu können. Die AVG-Zahl beeinflusst nur die Leistungsmittelwert-Berechnung, d.h., nur die Anzahl der Abtastungen für die Leistungsmessung; Spannungs- und Strommessungen werden nicht beeinflusst. Die folgende Tabelle illustriert das Verhältnis zwischen "Anzahl Abtastungen" und "Antwortzeit" bis zum Erreichen des Endwertes (P, S, Q, PF, Z).

input AVG	Anzahl Abtastungen		Antwortzeit	
	CONT	RAND	CONT	RAND
1	> 1'700	4'000	~ 0.8 sec.	~ 2.5 sec.
2	> 3'400	8'000	~ 1.6 sec.	~ 5.0 sec.
3	> 6'800	16'000	~ 3.2 sec.	~ 10.0 sec.
4	>13'600	32'000	~ 6.4 sec.	~ 20.0 sec.

BEACHTEN: Für die CONT-Abtastung empfiehlt sich AVG=1. Nur für verrauschte Signale muss die Mittelungszeit unter Umständen erhöht werden.
Im RAND-Abtastungsmodus schwankt die Anzeige jedoch stärker, wenn eine niedrigere AVG-Zahl gewählt wird.

2.7

2.13. RUN / HOLD, Triggermessungen

RUN ist die normale Betriebsart des 304B. Wird die RUN/HOLD-Taste gedrückt, beendet das 304B den begonnenen Messzyklus und wechselt dann zum HOLD-Modus über. Alle 48 Messwerte des letzten Messzyklus werden gespeichert und können einzeln durch Betätigen der entsprechenden Funktionstasten an der Frontseite des 304B abgerufen werden. Im HOLD-Modus kann das Instrument auch Trigger-Eingänge entgegennehmen und zwar entweder durch Eingabe an der Frontseite des 304B, von einem externen Triggereingang an der Rückseite oder von der IEEE-Schnittstelle aus. Im Triggermodus erfolgt mit AVG=1 ein ganzer Messzyklus. In diesem Messzyklus werden 46 Werte berechnet, die anschliessend nach Abschluss der Messungen abgerufen werden können. Die Energiemesswerte sind ungültig, da im HOLD-Modus die erforderliche Zeitbasis verloren geht.

2.14. Externe Triggereingänge

Der externe Triggereingang an der Rückseite des 304B ist ein Eingang mit einem hohen TTL-Level, der, befindet sich das 304B im HOLD-Modus, zum Auslösen eines neuen Messzyklus eingesetzt werden kann. Eine Messung wird auf einem tiefen Pegel von mindestens 2ms Dauer gestartet.

2.15. Messzyklen

Das 304B bestimmt in einem einzigen Messzyklus 48 Werte aus einem 3-Phasen-System. Im CONT-Abtasten geschieht dies folgendermassen: Im ersten 180ms-Zeitintervall wird die Leistung der Phase 1 bestimmt. Auf gleiche Weise werden beim 2. und 3. 120ms-Zeitintervall die Leistung der Phasen 2 und 3 bestimmt. Anschliessend werden die Ausgänge aller Spannungs- und Stromkonverter (total 18) in den Speicher eingelesen. Aus den gemessenen Werten werden die restlichen berechnet. Zum Schluss führt das 304B verschiedene Kontroll- und Anzeigefunktionen aus, die den Abschluss eines kompletten Messzyklus bilden. Im RANDOM-Abtastungsmodus sind die Messsequenzen bis auf das "120ms-Zeitintervall" gleich wie beim CONT-Abtasten: Beim RANDOM-Abtasten erhöht sich der 180ms-Zeitintervall zum Messen der Leistung auf 480ms.

2.16. Anzeige des 304B Wattmeters

Abbildung 2.1. beschreibt die grundsätzlichen Anzeigemöglichkeiten des 304B. Diese können folgendermassen zusammengefasst werden:

2.8

Wird "Phase 1" gewählt, zeigt das Gerät die Werte der Phase 1 an wählt man die "Phase 2" erscheinen diejenigen der Phase 2 und bei der "Phase 3" werden die Werte dieser Phase angezeigt. Der oben beschriebene Ablauf wird für die nachfolgende Beschreibung "Anzeigemodus 1" genannt.

Zusätzlich zu den beschriebenen Möglichkeiten können mit dem 304B 4 Strom-, 4 Spannungs- oder 4 Leistungswerte gleichzeitig angezeigt werden. Diese Anzeigekonfiguration wird für die nachfolgende Beschreibung "Anzeigemodus 2" genannt.

Von links nach rechts werden die Phasenwerte 1, 2 und 3 angezeigt. Die 4. Anzeigeposition ist entweder der mittlere Strom, die mittlere Spannung oder die Summenleistung.

Das 304B befindet sich nach dem Einschalten im Modus 1, Phase 1 wie nachfolgend gezeigt wird.

Ar1	Vr1	W1	PF1	1
-----	-----	----	-----	---

Ar1 = Effektivstrom Phase 1
W1 = Leistung Phase 1

Vr1 = Effektivspannung Phase 1
PF1 = Leistungsfaktor Phase 1

Um die gleichzeitige Anzeige der Effektivströme aller drei Phasen und deren Mittelwert zu erhalten, muss die "Ar"-Taste gedrückt werden, um in den Anzeigemodus 2 zu gelangen. Es erscheint die folgende Anzeige:

Ar1	Ar2	Ar3	Ar	X
-----	-----	-----	----	---

Ar1, Ar2, Ar3 = Effektivstrom der Phasen 1-3.
Ar = Mittelwert der 3 Phasen
X = AVG

Damit die 3 Stromgleichrichtwerte angezeigt werden, drückt man die "At"-Taste.

At1	At2	At3	At	X
-----	-----	-----	----	---

At1, At2, At3 = Gleichrichtwerte des Stroms der Phasen 1, 2, 3.
At = Mittelwert

Um die Strommittelwerte zu erhalten, drückt man die "A"-Taste.

A=1	A=2	A=3	A=	X
-----	-----	-----	----	---

Der Anzeigemodus 2 kann durch zweimaliges Drücken der "Ar"-Taste verlassen werden. Werden Effektivströme angezeigt, genügt es, die "Ar"-Taste einmal zu drücken um den Modus 2 zu verlassen.

2.9

Um die gleichzeitige Anzeige der Effektivspannung aller drei Phasen zu erhalten, muss der Anzeigemodus 2 erneut aktiviert werden. Dies geschieht, indem die Effektivspannung irgendeiner Phase auf die Anzeige gebracht und dann die "Vr"-Taste ein weiteres Mal gedrückt wird. Auf diese Weise wird der Modus 2 gestartet und es erscheint die folgende Anzeige:

Vr1	Vr2	Vr3	Vr	X
-----	-----	-----	----	---

X = unverändert
Vr1, Vr2, Vr3 = Effektivspannung
der Phasen 1-3
Vr = Mittelwert der 3 Phasen

Wird in diesem Anzeigezustand zudem die " Σ " Taste gedrückt, wird der Mittelwert Vr mit $\sqrt{3}$ multipliziert und angezeigt. Um den Gleichrichtwert der Spannung in allen drei Phasen zu erhalten, drückt man die "Vt"-Taste. Werden die drei Mittelwerte der Spannung verlangt, drückt man die "V="-Taste.

Aus dem Anzeigemodus 2 kommt man heraus, indem man die "Vr"-Taste zweimal drückt. (Werden die drei Effektivspannungen angezeigt, verlässt man den Modus 2 indem die "Vr"-Taste nur einmal gedrückt wird).

Um die Leistungswerte der Phasen 1-3 anzuzeigen, muss der Modus 2 folgendermassen aktiviert werden: Auf der Anzeige wird der Leistungswert aus irgendeiner Phase aufgerufen. Durch erneutes Drücken der "W"-Taste wird der Anzeigemodus 2 gestartet, und es erscheinen folgende Werte:

W1	W2	W3	W	X
----	----	----	---	---

X = unverändert
W1, W2, W3 = Leistungswerte der
Phasen 1-3
W = W1 + W2 + W3

Um die 4 Scheinleistungswerte zu erhalten, drückt man auf die "VA"-Taste. Sollen die 4 Blindleistungswerte angezeigt werden, drückt man auf die "VAR"-Taste. Will man in den Anzeigemodus 1, drückt man die "W"-Taste zweimal.

Der geübte Benutzer wird beim Bedienen der Anzeige bald einmal feststellen, dass es kürzere Wege gibt. So kann zum Beispiel von der Anzeige der 3 Effektivströme direkt auf die Anzeige der 3 Effektivspannungen umgeschaltet werden, indem ganz einfach die "Vr"-Taste gedrückt wird. Es besteht ebenfalls die Möglichkeit, schneller vom Strom zur Leistung und von der Spannung zur Leistung zu gelangen.

2.17. Strom- und Spannungsskalierung

Obwohl das 304B einen grossen Stromeingangsbereich (20mA-150A) und einen grossen Spannungseingangsbereich (2V-1000V) zulässt, ist das Skalieren von Strom und Spannung notwendig, sobald mit Strom- und Spannungstransformatoren oder mit externen Hochstromshunts gearbeitet wird.

2.10

Es werden alle 48 Werte skaliert und die korrekten Resultate angezeigt. Folgende maximale Anzeigewerte sind möglich:

Strom:	99999kAr	(kAt)	(kA=)
Spannung:	99999kVr	(kVt)	(kV=)
Leistung:	999999MW	(MVA)	(MVAR)

Das 304B speichert die Skalierungsfaktoren in nichtflüchtigen Speichern. Beim Einschalten des 304B werden die Skalierungsfaktoren von diesem Speicher gelesen. Die Spannungs- und die Stromskalierungsfaktoren können innerhalb des Bereichs 0.0001 bis 999999 festgelegt werden. In der Praxis sollten die 3 Stromskalierfaktoren jedoch nicht um mehr als das Zehnfache voneinander abweichen. Sollte die Differenz grösser als der Faktor 10 sein, kann es zu einem Anzeigenüberlauf kommen, ohne dass das Instrument davor warnt. Es empfiehlt sich, Phase 1 (für Spannung und Strom) den grössten Skalierungsfaktor zuzuordnen.

Die Skalierungsfaktoren können folgendermassen verändert werden:

- "HOLD"-Modus wählen
- "SCALE"-Taste drücken
- "SCALE A"-Taste drücken, um Stromskalierungsfaktor zu ändern.
Es werden die Skalierungsfaktoren für die Phasen 1, 2 und 3 angezeigt. Der Skalierungsfaktor für die Phase 1 z.B. 10, wird folgendermassen eingegeben:
Format 10/10./10.0 —→ ENTER-Taste drücken. (Es leuchtet der Skalierfaktor 10.000 auf.)
Skalierungsfaktor für die Phase 2, z.B. 9.875:
Format 9.875/9.8750 —→ ENTER-Taste drücken.
Skalierungsfaktor für die Phase 3, z.B. 5.04: Format 5.04/5.040 —→ ENTER-Taste drücken.
- "SCALE V"-Taste drücken, um Spannungsskalierfaktor zu ändern.

Es werden die Skalierungsfaktoren für die Phasen 1, 2 und 3 angezeigt. Im folgenden Beispiel soll der Skalierfaktor für alle Phasen = 100 sein.

"Format 100/100./100.0" —→ ENTER-Taste drücken. (Skalierfaktor der Phase 1 wird auf 100 gesetzt.) —→ ENTER-Taste drücken. (Skalierfaktor der Phase 2 wird festgesetzt.)
ENTER-Taste drücken. (Skalierfaktor der Phase 3 wird festgesetzt.)
"RUN"-Taste drücken, um ganzen Befehlsablauf zu beenden.

2.11

- BEACHTTE:**
1. Der Dezimalpunkt wird mit der "AC/AC+DC"-Taste gesetzt.
 2. Weicht einer der 6 Skalierfaktoren von 1.0 ab, wird dies angezeigt. Die 40. Stelle der Anzeige zeigt wechselweise AVG/F an.

Das Skalieren beim Benutzen von externen Stromshunts

Benutzen Sie die Option 012. Dieser Einschub erlaubt Shuntspannungen im Bereich 0-2V, Empfindlichkeit 1mV=1A. Es folgen drei Beispiele zum Bestimmen des Skalierfaktors:

Shunt Widerstand	Shunt Empfindlichkeit	Skalierfaktor
1.071m Ω	1.071mV = 1A	1mV/1.071mV = 0.9337
20.0 m Ω	20.0 mV = 1A	1mV/20.0mV = 0.05
0.180m Ω	0.18 mV = 1A	1mV/0.18mV = 5.555

Skalieren von Strom und Spannung, um hohen Gleichtakt zu vermeiden.

In Umrichtern betriebenen 3-Phasen-Systemen tauchen extreme Gleichtaktsignale auf. Es können Schalttransienten von 2000V/us in den Strom- und Spannungspfaden beobachtet werden. Solche extreme Transienten stören das Wattmeter. Die kapazitive Kopplung kann so stark sein, dass der Mikroprozessor gestört wird. Das 304B muss dann aus- und wieder eingeschaltet werden, damit eine erneute Initialisierung erfolgt. Um diesem Problem entgegenzuwirken, benutzt man externe Strom- und Spannungstransformatoren. Für die allermeisten Anwendungen genügt es jedoch die Empfehlungen von Abschnitt 2.20.3 zu befolgen.

2.18. 2-Wattmeter-/ 3-Wattmeter-Programmierung

Im 3-Leiter Drehstromnetz (50/60Hz) kann die Leistung mit der 2-Wattmeter Methode (Aron-Schaltung) gemessen werden. Es werden dann nur 2 Strom- und 2 Spannungseingänge benutzt - der Dritte bleibt frei. Um der inherenten Phasenverschiebung von 30° gerecht zu werden muss die Scheinleistung $I_{rms} \cdot V_{rms}$ mit 0.866 korrigiert werden. Wird das 304B auf die Aron-Konfiguration programmiert, wird diese Korrektur automatisch vorgenommen. Bei der 2-Wattmeter-Messung empfehlen wir den nicht gebrauchten Spannungseingang kurz zuzuschliessen.

Die Programmierung der 2-W/3-W Konfiguration wird wie folgt vorgenommen:

- "HOLD" wählen
- "SCALE" drücken
- "AVG" drücken
3 Skalierungsfaktoren (Strom oder Spannung) und die gewählte "2-W"- oder "3-W" Konfiguration wird nun angezeigt. Bei jedem Druck auf die "AVG"-Taste wird die "2-W"/"3-W" Konfiguration umgeschaltet.
- Wählen Sie die gewünschte Konfiguration
- "RUN" wählen

ANMERKUNG: Die programmierte "2-W"/"3-W" Konfiguration bleibt in nichtflüchtigen Speichern, auch bei ausgeschaltetem Gerät, gespeichert.

2.19. Timerprogrammierung für Energiemessung

Ein programmierbarer Timer für die Energiemessung ist standardmässig eingebaut. Der Timer kann zwischen 0 und 32760 Sekunden (9.1h) gesetzt werden. Die Timerfunktion kann aktiviert oder deaktiviert werden. Mit der Taste "WhRES" werden Energie und Messzeit auf Null gesetzt. Von jetzt an wird die Energie aufsummiert. Ist die Timerfunktion aktiviert, wird die Energie während der gesetzten Timerzeit aufsummiert. Die Energie wird mit der Taste "Wh" angezeigt (Anzeigemodus 1). Beim 2. Druck dieser Taste wird die Messzeit in Sekunden angezeigt (nicht die Timerzeit). Die Maximalwerte sind 9.999E+9 (Wh/s).

Zur Timerprogrammierung sind folgende 2 Schritte nötig:

1. Aktivieren der Timerfunktion

- "HOLD" wählen
- "SCALE" drücken
- "WhRES" drücken
Es werden nun 3 Skalierungsfaktoren, 2-W-/3-W-Konfiguration und "/T" (Timer aktiv) oder "/-" (Timer nicht aktiv) angezeigt.
Durch Drücken der Taste "WhRES" wird die Timerfunktion ein- und ausgeschaltet.

2. Setzen der Timerzeit

- "HOLD" wählen
- "SCALE" drücken
- "Σ" drücken
Die Talk-only Programmierung und die Timerzeit werden nun angezeigt.
- "ENTER" drücken
- Geben Sie nun die gewünschte Zeit in Sekunden (max. 32760s) ein. → Enter drücken.
- "RUN" wählen.

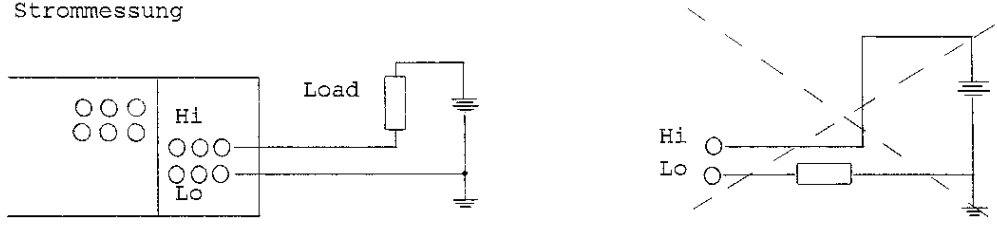
2.20. Einfache Messungen mit dem 304B

WARNUNG: Um Schlaggefahr und/oder Schaden am Gerät zu vermeiden, dürfen keine Eingangspotentiale angelegt werden, die die spezifizierten Grenzwerte überschreiten.

Die angegebenen Maximalwerte für Eingänge können jedoch beim 304B ohne Schaden zu verursachen in jedem beliebigen Spannungs- oder Strombereich angewendet werden.

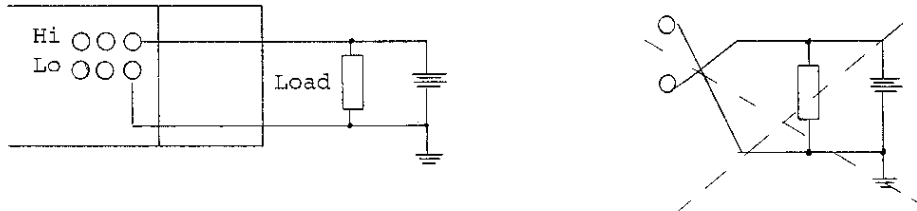
2.20.1. Messungen im Einphasen-Netz

Strommessung



Der Strom ist vorzugsweise an der Schaltkreis Lo-Seite zu messen, um die Gleichtaktspannung zu minimieren. Obwohl das 304B über eine ausgezeichnete Gleichtaktunterdrückung verfügt, können hohe Gleichtaktspannungen bei Frequenzen über 50kHz zu falschen Messresultaten führen. Dieses Verhalten wird durch parasitäre Kapazitäten verursacht.

Spannungsmessung



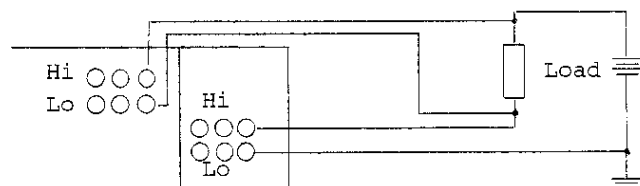
Die Spannung ist vorzugsweise durch Anschliessen der Lo-Seite der Last an den Lo-Spannungseingang und durch Anschliessen der Hi-Seite der Last an den Hi-Spannungseingang zu messen.

Messen der 1-Phasen-Leistung

Im Allgemeinen ist Leistungsmessung schwierig. Ein hoher Grad an Amplituden- und Phasen-Genauigkeit ist erforderlich, um zuverlässige Messwerte zu erzielen. Unter den vielen Möglichkeiten ein 1-Phasen-System anzuschliessen, gibt es nur eine richtige.

REGEL: Der Strom ist stets an der am Erdpotential am nächsten gelegenen Stelle zu messen. Die Hi-Seite der Last ist an den Hi-Spannungseingang und die Lo-Seite an den Lo-Spannungseingang anzuschliessen. Wird diese Regel befolgt, können Gleichtakteffekte auf ein Minimum reduziert werden.

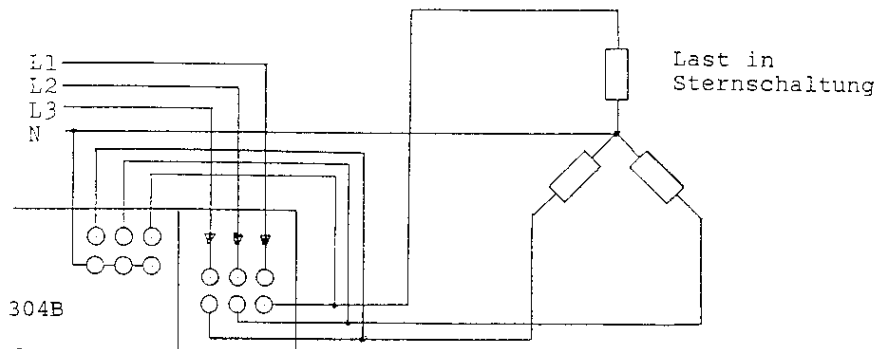
Wird der Strom auf der Hi-Seite der Last gemessen, setzt man den Stromeingang einer hohen Gleichtaktspannung aus. Speziell bei hohen Frequenzen nehmen die Gleichtakteinflüsse zu, und es entstehen Amplituden- und Phasen- Fehler.



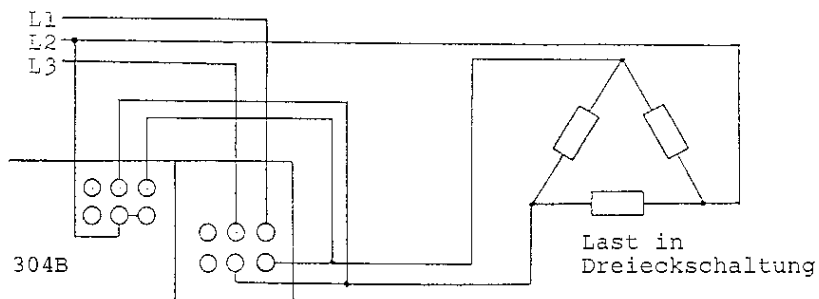
2.20.2. Messungen im Dreiphasen-Netz

Bei Messungen in Mehrphasen Systemen werden die Regeln, die für das 1-Phasen System aufgestellt wurden, teilweise hinfällig. Meistens wird der Strom nämlich auf der Hi-Seite der Last gemessen und die Stromeingänge hohen Gleichtaktspannungen ausgesetzt. Ebenso werden die Spannungseingänge beim Messen der Phase-zu-Phase-Spannung eines Dreileiter-3-Phasen Systems einer hohen Gleichtaktspannung ausgesetzt. Die Gleichtaktunterdrückung des 304B ist jedoch für typische Mehrphasen-Netzwerk-Frequenzen (50Hz, 400Hz) überdurchschnittlich gut und erfordert deshalb keine besondere Beachtung. Der Benutzer darf hingegen nicht vergessen, dass die Gleichtaktunterdrückung des 304B mit zunehmender Betriebsfrequenz abnimmt. Messungen in einem Mehrphasensystem sollten unter 10kHz kein Problem darstellen; problematisch wird es erst, wenn die Betriebsspannung sehr hoch ist, also $> 100V$. Wird auf Frequenzen über 10kHz gemessen, empfiehlt es sich Filter zu benutzen, um aus dem System die höchsten Frequenzen herauszufiltern.

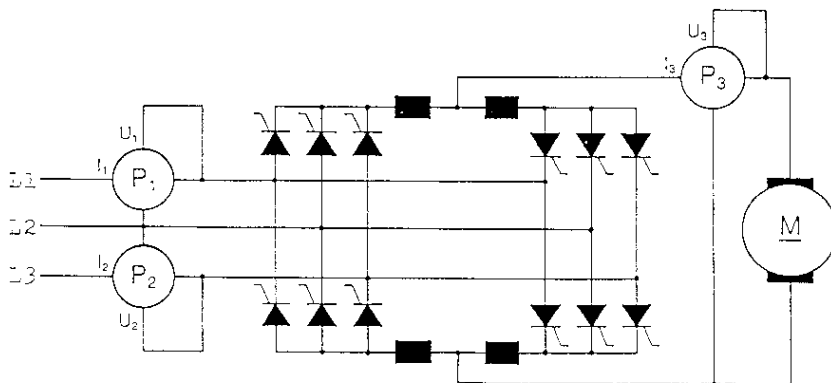
2.16



304B misst Phasenspannungen, Phasenströme und Phasenleistungen in einem 3-Phasen-Netz mit Nulleiter.



304B in einer Aron-Schaltung misst Gesamtleistung P_1 und P_2 . U_1 und U_2 sind verkettete Spannungen. I_1 und I_2 sind Phasenströme. Schalte 304B zu 2-Wattmeterkonfiguration $S=S_1+S_2$, $Q=Q_1+Q_2$, und Leistungsfaktor werden entsprechend korrigiert.

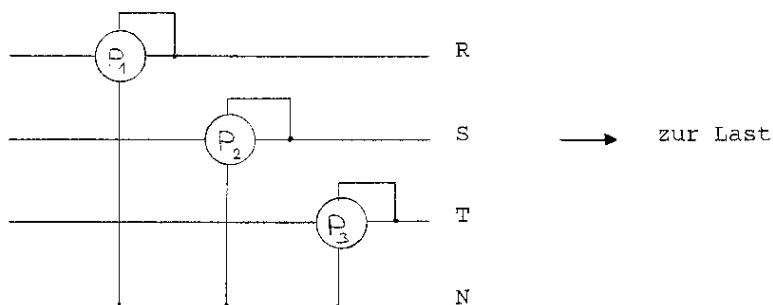


304B bestimmt Leistungsverlust $(P_1 + P_2 - P_3)$ einer Thyristorschaltung. $P_1 + P_2$ ist totale Wechselstromeingangsleistung und P_3 ist totale, an den Motor abgegebene, Gleichstromleistung.

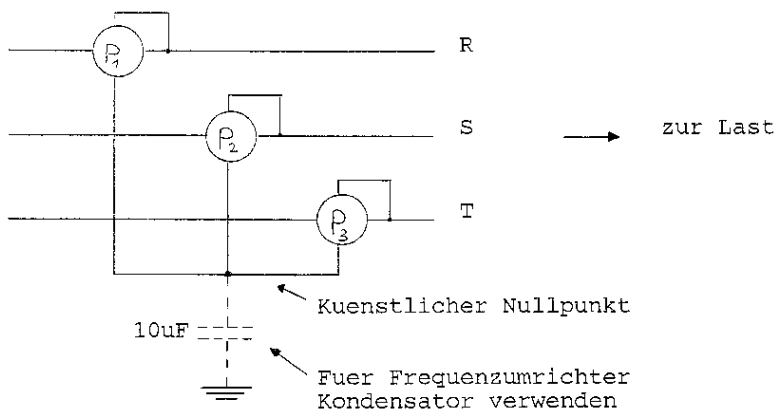
2.20.3 Messungen in Frequenzumrichter-Schaltungen

Bei extrem hohen Gleichtaktspannungen an den Stromeingängen empfehlen wir Option 13 (Breitband-Eingangstransformatoren) zu verwenden.

3-Wattmeterschaltung in 3-Phasen-System mit Nulleiter



3-Wattmeterschaltung in 3-Phasen-System ohne Nulleiter



$$P = P_R + P_S + P_T$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

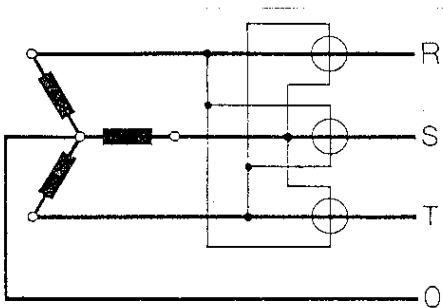
$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$PF_K = P_K / S_K \dots \dots ; \Sigma PF = (P_1 + P_2 + P_3) / (S_1 + S_2 + S_3)$$

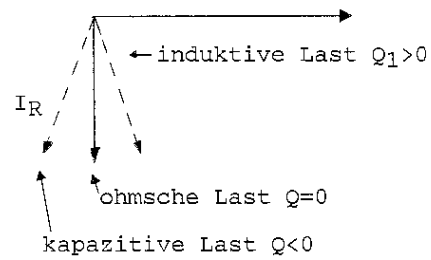
U = Phasenspannungen

I = Phasenströme

2.20.4. Blindleistungsmessung

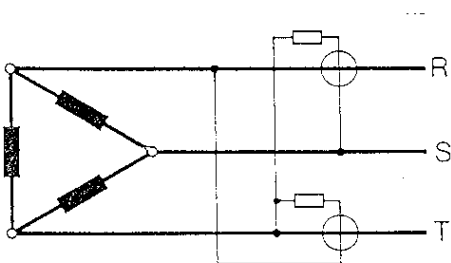
1. 3-Phasen 4-Leiternetz
(50/60Hz)

$$P_1 = \frac{U_{TS} \cdot I_R \cdot \cos \varphi_R}{U_{TS}} = Q_1$$

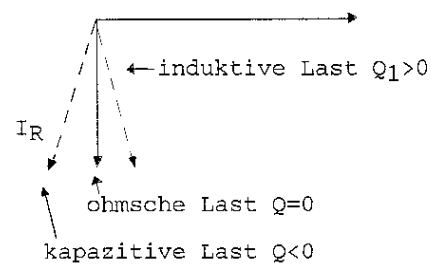


Anzeige Watt wählen. Die Anzeigewerte sind als (positive/negative) Blindleistung VAR zu interpretieren.

ANMERKUNG: Anzeige ist durch $\sqrt{3}$ zu dividieren.

2. 3-Phasen 3-Leiternetz
(50/60Hz)

$$P_1 = \frac{U_{TS} \cdot I_R \cdot \cos \varphi_R}{U_{TS}} = Q_1$$



Anzeige Watt wählen.
Die Anzeigewerte sind als Blindleistung VAR zu interpretieren.

2.21. Programmierbarer Schreiber Ausgang (Option 05)

Die Option Schreiber Ausgang ermöglicht die Ausgabe von positiven oder negativen Analogsignalen proportional zur Leistung, zur Effektivspannung oder zum Effektivstrom der Phasen 1, 2, oder 3. Die Bereichsendwerte von Leistung, Spannung oder Strom entsprechen $\pm 2V_{dc}$ auf dem Schreiber Ausgang. Beim Einschalten des 304B wird der Schreiber Ausgang auf die Ausgangsleistung der Phase 1 initialisiert. Bei jeder Aktualisierung der Anzeige wird auch der Schreiber auf den neusten Stand gebracht.

Soll ein anderer Wert als P1 ausgegeben werden, müssen die folgenden Schritte erfolgen, und zwar muss das Instrument im "RUN-Modus" sein: \rightarrow Wählen Sie AVG (1, 2 oder 3) \rightarrow Wählen Sie die Phase (1, 2, oder 3) \rightarrow Drücken Sie die Taste "HOLD" \rightarrow Drücken Sie die Taste "AVG" zweimal \rightarrow Drücken Sie die Taste "RUN". Die Wahl von "AVG" und "Phase" bestimmt die Werte für den Schreiber Ausgang.

Die folgende Tabelle fasst die verschiedenen Möglichkeiten für den Schreiber Ausgang zusammen.

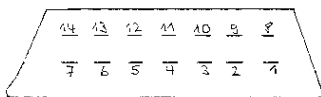
Schreiber Ausgang	AVG=1	AVG=2	AVG=3
Phase 1 2 3	Irms 1 Irms 2 Irms 3	Urms 1 Urms 2 Urms 3	P1 P2 P3
Ausgang bei Voll- ausschlag	+2Vdc (200.0mA/ 600.0mA ...)	+2Vdc (2V/6V ...)	$\pm 2V_{dc}$ (400mW/ 1200mW ...)
Eingabesequenz für Schreiber Ausgang-Selektion: "AVG" wählen \rightarrow Phase wählen \rightarrow "Hold" drücken \rightarrow "AVG" 2-mal drücken \rightarrow "RUN" drücken.			

2.22. 10-fach Schreiber Ausgang (Option 08)

Diese Option ermöglicht die Ausgabe von 10 Signalen proportional 3 x Arms, 3 x Vrms, 3 x W und W. Die Bereichsendwerte (2V / 2A / 4W) entsprechen 0-2V an den Schreiber Ausgängen. Bei jedem Anzeigezyklus werden die Ausgänge neu gesetzt.

Es können nur positive Leistungen ausgegeben werden. Wenn ein Leistungswert negativ wird geht der entsprechende Ausgang auf Null. Der Summenwert ist dann ungültig.

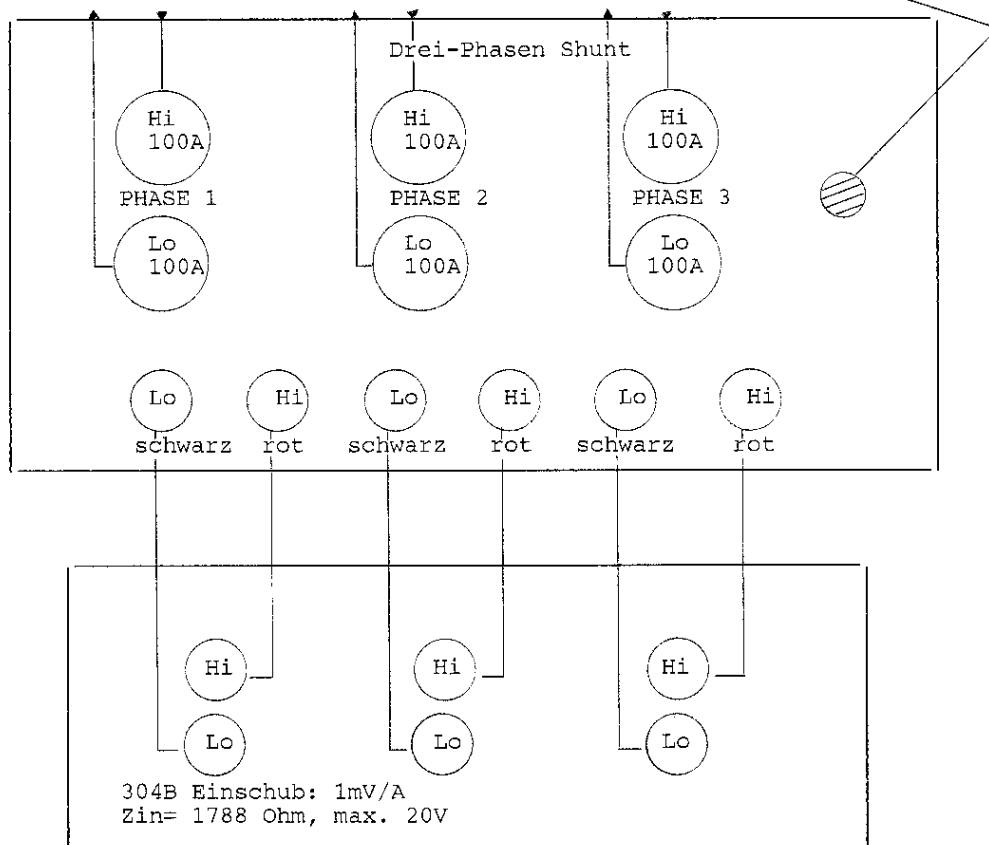
	pin 1	ΣW Phase 1+2+3	pin 8	Erde
	2	W Phase 3	9	
	3	W Phase 1	10	W Phase 2
	4	Vrms Phase 3	11	
	5	Vrms Phase 1	12	Vrms Phase 2
	6	Arms Phase 3	13	
	7	Arms Phase 1	14	Arms Phase 2



Schreiber Ausgang
Verbindung

2.23. 100-Ampère 3-Phasen Shunt (Option 04)

Max. 100A pro Phase

WARNUNG: Für sichere Anwendung Endterminal erden.

Genauigkeit: Die Genauigkeitsangaben für Strom und Leistung werden mit 2 multipliziert.

Vorsicht: 100A Shunt ist für Frequenzen >1kHz ungeeignet.

2.24 Breitband-Hochstromeinschub 0-150A

Option 13 ist ein Stromeinschub für Ströme bis zu 150A pro Phase und ein Frequenzbereich DC-50kHz. Dieser Einschub eignet sich vorzüglich für Messungen an Frequenzumrichtern.

Spezifikationen

Eingänge:	0-200mA, 0-600mA, 0-2A, 0-6A, 0-8A Max. 8A kontinuierlich
Transformator- Eingang:	0-2A, 0-6A, 0-20A, 0-60A, 0-150A Skalierungsfaktor=10/Windungen, max. 150A kont.
Genauigkeit:	Strom und Leistung
Direkteingang:	Siehe Spezifikationen für 10A-Einschub DC: zusätzlicher DC-Fehler max. $\pm 20\text{mA}$
Transformer-Ein- gang:	(Strom x Windungen $> 30\text{A}$) $\pm(0.2 \% \text{ MW} + 0.2 \% \text{ MB})$ 10Hz-400Hz $\pm(0.4 \% \text{ MW} + 0.4 \% \text{ MB})$ 400Hz-1kHz $\pm(2 \% \text{ MW} + 0.4 \% \text{ MB})^*$ DC, 1kHz-20kHz $\pm(3 \% \text{ MW} + 0.5 \% \text{ MB})$ typ.* 20kHz-50kHz DC: Gleichstromfehler max. $\pm 0.2\text{A}$ *Leistungsfaktor > 0.7

WARNUNG:

Beim Auswechseln des Hochstromeinschubs müssen die 3 Stecker sorgfältig gelöst und, um Schlaggefahr zu vermeiden, die 3 Steckeröffnungen (an Kabel) mit Isolierband abgedeckt werden.
Beim Einsetzen des neuen Einschubs dürfen die drei Kabel nicht eingeklemmt werden.

WICHTIG:

Beim Wiedereinsetzen des 0-150A Einschubs muss darauf geachtet werden, dass die drei Stecker zum richtigen Eingang verbunden werden: Eingang 1 mit Kabel 1 (ganz rechts, von hinten gesehen), Eingang 2 mit Kabel 2 (Mitte) und Eingang 3 mit Kabel 3 (links).
Werden die Kabel vertauscht besteht Schlaggefahr.

2.25 Frequenzmessung (Option 14)

Option 14 misst die Frequenz der Stromwellenform in Phase 1. Damit kann die Drehzahl von Frequenzumrichter getriebenen Motoren bestimmt werden. Ein mehr oder weniger sinusförmiges Stromsignal ist erforderlich.

Die Frequenz in Hz wird durch Drücken der Taste "At", Phase 1, angezeigt. Eine andere Anzeigemöglichkeit besteht im Anzeigemodus 2 durch Drücken der Taste "At". Die folgende Anzeige resultiert:

Hz	At2	At3	0	X
----	-----	-----	---	---

Der Mittelwert von At wird auf Null gesetzt.

Die Frequenz kann via die IEEE-488 Schnittstelle mit Hilfe des "F2" Befehls gelesen werden.

Die erste Zahl in diesem 4-Zahlen String ist die Frequenz in Hz.

Spezifikationen

Frequenzbereich: 10Hz-8000Hz
 Genauigkeit: 0.2 % \pm 4Hz
 Eingang: Strom Phase 1
 Empfindlichkeit: Wählbar mit Strombereich

2.26. Andere 304B-Programmierfunktionen

Die hier beschriebenen Programmierfunktionen werden normalerweise im Werk ausgeführt. Wenn ein Schreiberausgang oder die Frequenzmessung installiert wird, müssen die unten aufgeführten Programmierschritte ganz oder teilweise ausgeführt werden.

1. Initialisierung der Option-Installation

- "PHASE 2" wählen
 - "HOLD" wählen
 - "SCALE" drücken
 - "U UP" drücken
 - "RUN" wählen
- Damit werden alle Optionenprogrammierungen beseitigt.

2. Programmierung für Mehrfachschreiberausgang (Option 08)

Nach obiger Initialisierung ist keine weitere Programmierung nötig. Beim Neueinbau von Option 08 ist auf dem Encoder-Print eine Verbindung vom Sockel J10, pin 12 zu U505, pin 12 zu machen. (Figur 7.13)

3. Programmierung für Schreiber Ausgang (Option 05)

- "PHASE 3" wählen
- "HOLD" wählen
- "SCALE" drücken
- "I UP" drücken (Setzt internen Status)
- "RUN" wählen

4. Programmierung für Frequenzmessung (Option 14)

- "PHASE 2" wählen
- "HOLD" wählen
- "SCALE" drücken
- "I UP" drücken
- "RUN" wählen

Auf der Anzeige erscheinen 3 Skalierungsfaktoren und "/Hz". Wird die Taste "I UP" gedrückt wird "/Hz" (Frequenzmessung aktiv) oder "/--" (Frequenzmessung deaktiviert) angezeigt.

3. FERNPROGRAMMIERUNG

3.1. Einführung

Die IEEE-488 Schnittstelle macht das 304B zu einem voll programmierbaren Instrument, welches mit dem IEEE-488 Schnittstellenbus bedient werden kann. Aufgrund seiner Schnittstelle kann das 304B Teil eines automatisierten Messsystems werden. Das 304B kann entweder von einem fernbedienbaren Bus vollumfänglich interaktiv gesteuert werden, oder aber auf den Talk-Only-Modus, bei dem jeweils ein oder mehrere Empfänger angeschlossen sind, eingeschaltet werden.

3.2. Möglichkeiten

Mit der IEEE-488 Schnittstelle können sämtliche an der Vorderseite des Instruments aufgeführten Messwerte mittels Fernbedienung aufgerufen werden. Weitere Möglichkeiten sind:

- Volle Talk-/Listen-Ausstattung, einschliesslich Talk-Only-Modus
- Umfassender Befehlssatz
- Schneller Messdurchlauf
- Volle Fern-/Lokalbedienung
- Vollumfängliche Serien-Abfragemöglichkeit mit Binärzeichenmaske für den Bedienungsaufruf SRQ (service request)
- Externe Triggerfunktion
- Schnittstellen-Triggerfunktion
- Wählbarer Ausgabe-Terminator
- Programmierbarer Talk-only Modus, Timerfunktion

Das 304B unterstützt die folgenden Schnittstellenfunktionen: SH1, AH1, T5, L4, SR1, RL1, DC1, DT1, PPO und CO.

3.3. Bus-Adresswahl

- a) Drehen Sie den POWER-Schalter des 304B auf OFF und setzen Sie den Adress-Schalter (auf der Rückwand des Instruments) auf die nachstehend aufgelisteten Positionen:

	Adresse	Adresse	A5	A4	A3	A2	A1
On	7 5 4 3 2 1	01	0	0	0	0	1
		02	0	0	0	1	0
		03	0	0	0	1	1
Off		04	0	0	1	0	0
		05	0	0	1	0	1

↑
Talk-Only

- b) Schalten Sie das 304B ein.
Bei der Herstellung des 304B wird die Adresse 05 belegt und der Talk-Only-Modus auf OFF gesetzt.

3.4. Gerätabhängige Befehlssätze

Gerätabhängige Befehle bilden den Kern der 304B Fernprogrammierung. Sie teilen dem 304B mit, wie und wann gemessen werden muss, wann Daten auf den Bus zu übertragen sind, wann und unter welchen Voraussetzungen Bedienungsaufrufe (service requests SRQ) gemacht werden müssen und welche Daten schliesslich auf der Anzeige erscheinen sollen. Eine vollständige Liste aller gerätabhängigen Befehle finden Sie in Abbildung 3.1. Sämtliche Befehle sind mit Grossbuchstaben einzugeben. Damit das 304B die Befehle empfangen kann, müssen sie über den IEEE-Bus abgeschickt werden, und zwar dann wenn das 304B auf Fernprogrammierung (REMOTE) eingestellt ist und als Empfänger (LISTENER) adressiert wird.

3.5. Ausgabebefehle Fn, Hn

Die Ausgabebefehle teilen dem 304B mit, welche Werte in den Ausgabepuffer geladen werden müssen. Ist das 304B auf TALK adressiert, wird der Inhalt des Ausgabepuffers auf den Bus geladen. Der Ausgabepuffer beinhaltet stets die Werte der Phasen 1, 2 und 3, und die Summen oder Mittelwerte der Phasen 1-3.

Beispiel	Erklärung
"F4"	Der Ausgabepuffer wird mit den Werten Urms1, Urms2, Urms3 und deren Mittelwert geladen, also z.B. +221.3Vr +223.7Vr +219.8Vr +221.5Vr.
"F8H4"	F8 wird nicht berücksichtigt. Der Ausgabepuffer wird mit den Werten Wh und Zeit (H4) geladen, also z.B. 5.783 +4 +1.753 +5 Wh/s.

3.6. Bereichsbefehle In, Un

Die Bereichsbefehle teilen dem 304B mit, welche Strom- und Spannungsbereiche gewählt werden müssen. Damit die Bereichsbefehle aufgenommen werden können, muss autorange C2 auf off stehen. Beispiel: "I3U5" wählt den 2A-(20A Einschub) und den 200V-Bereich. Die Bereichswahl kann mit dem Befehl G1 abgelesen werden.

3.7. Anzeigebefehle Dn, En

Die Anzeigebefehle duplizieren die Funktionstasten unterhalb der Anzeige. Mit den Anzeigebefehlen kann der Benutzer 4 Werte, je einen aus den nachfolgenden Gruppen, wählen: (D1, D2, D3), (D4, D5, D6), (D7, D8, D9) und (E1, E2, E3, E4). Zudem ist es möglich von Anzeigemodus 1 zu Anzeigemodus 2 zu schalten, indem die Operationen der manuellen Bedienung dupliziert werden.

Beispiel Erklärung

"D3,D4,D8,E2" Es werden Imean, Urms, Scheinleistung S und Energie Wh angezeigt.
 "D1" Irms wird gewählt. Die restlichen drei angezeigten Werte bleiben unverändert.
 Wird "D1" ein zweites Mal gesendet schaltet das 304B auf Anzeigemodus 2 (Anzeige von 3 x Irms und deren Mittelwert).

3.8. Modusbefehle

Die Modusbefehle C1, ..., C9 und K1, ..., K5 duplizieren die Funktionstasten an der Frontseite des Instruments, rechts und links von der Anzeige.

Beispiel Erklärung

"C2 C3C8K4C9" Setzt die automatische Bereichswahl (AUTORANGE) auf OFF (Schnittstellen-Bereichswahl), wählt kontinuierliche Abtastung, Mittelung (AVG) 4, Wechselstromkopplung, und RUN.
 "K1" Setzt das 304B in den HOLD-Modus. Angezeigte Werte bleiben auf der Anzeige; das 304B kann mit "K2" wieder gestartet werden.
 "K2" Löst einen Messzyklus aus, wenn das 304B im "HOLD" ist.
 "C9 K 3" RUN-Modus, setzt Wh auf Null.

3.9. Pn Befehle für die Bedienungsaufruf-Maske SRQ (service request mask)

Die SRQ-Maskenbefehle P0 bis P8 werden gebraucht, um das 304B so zu programmieren, dass es aufgrund von benutzerspezifischen Bedingungen Bedienungsaufrufe ausführt.

Beispiel Erklärung

"P4" SRQ bei gestarteten Messungen beendet.

3.4

3.10. Endbefehle Wn

Die Endbefehle (terminators) bestimmen, welche Endezeichen das 304B jeder Ausgabe-Zeichenkette hinzufügt. Die Endbefehle sind:

Carriage Return (CR) = Wagenrücklauf
Line Feed (LF) = Zeilenvorschub
End or Identify (EOI) = Abschliessen oder kennzeichnen

CR und LF sind ASCII-Codes, welche genau wie die Ausgabedaten über den Datenbus geschickt werden. EOI ist eine einzeilige Nachricht, die gleichzeitig mit dem letzten Zeichen der Ausgabe-Zeichenkette abgeschickt wird. Im Normalfall endet jede Ausgabe-Zeichenkette mit CR, gefolgt von LF und EOI.

Die Wahl der Endezeichen kann mit dem Befehl G1 abgelesen werden. Beim Einschalten springt das 304B auf W1.

3.11. Holbefehle G1 (Get-Commands)

Mit diesen Befehlen können der gewählte Strombereich, der Spannungsbereich, die SRQ-Maske und die Endezeichen des 304B in den Ausgabepuffer kopiert werden, und zwar im nachstehenden Format.

Befehl	Ausgabe-Zeichenkette	Bedeutung
G1	frst	f = 1-5 wie bei I-Bereich r = 1-7 wie bei U-Bereich s = 1-8 wie bei SRQ-Maske t = 1-4 wie bei Endbefehlen

3.12. Skalierbefehle Sn

Die Skalierbefehle Sn setzen die Skalierungsfaktoren für Strom und Spannung. Die Faktoren bleiben auch bei ausgeschaltetem Gerät erhalten.

Skalierbefehle S1 bis S6

S1	Stromskalierfaktor Phase 1:	Format "S1 2.556"
S2	Stromskalierfaktor Phase 2:	Format "S2 1"
S3	Stromskalierfaktor Phase 3:	Format "S3 5.801"

3.5

S4 Spannungsskalierfaktor Phase 1: Format "S4 105.2"
S5 Spannungsskalierfaktor Phase 2: Format "S5 98"
S6 Spannungsskalierfaktor Phase 3: Format "S6 150.5"

Pro Ausgabe darf nur ein Skalierbefehl gesendet werden.

3.13. Verarbeiten der Befehle

Eine Eingabekette kann so viele Befehle beinhalten als nötig sind. Die Befehle werden gemäss der bei der Eingabe berücksichtigten Reihenfolge verarbeitet. Befehle, die das 304B nicht kennt, bleiben unbeachtet. Eine Befehlskette muss mit CR und LF beendet werden. EOI ist ein wahlfreier Befehl. Die meisten Kontrollen beenden einen Befehlssatz mit CR LF. Ist dies einmal nicht der Fall, muss der Programmierer ein explizites Endzeichen abschicken. Das 304B verwendet alphabetische Zeichen und Grossbuchstaben; Abstände werden nicht berücksichtigt.

3.6

Ausgabebefehle

F0	Irms, Vrms, W, VA, PF		
F1	Irms	H1	Leistungsfaktor
F2	I Gleichrichtwert/Frequenz	H2	Z
F3	I Mittelwert	H3	ReZ
F4	Urms	H4	Wh / Zeit
F5	U Gleichrichtwert		
F6	U Mittelwert		
F7	Leistung P		
F8	Scheinleistung S		
F9	Blindleistung Q		

Bereichs-Befehle

Einschub	0-2A	0-10A	0-30A	0-100A		
I1	20mA	200mA	2A	20A	U1	2V
I2	60mA	600mA	6A	60A	U2	6V
I3	200mA	2A	20A	200A	U3	20V
I4	600mA	6A	60A	600A	U4	60V
I5	2A	20A	200A	2000A	U5	200V
					U6	600V
					U7	1000V

Anzeigebefehle

D1	display Irms	E1	display PF (default)
D2	display I Gleichrichtwert	E2	display Wh
D3	display I Mittelwert	E3	display Z
D4	display Urms		
D5	display U Gleichrichtwert		
D6	display U Mittelwert	E5	display Phase 1 default
D7	display P	E6	display Phase 2
D8	display S	E7	display Phase 3
D9	display Q	E8	display $\sum P, Q, S$ (On / Off)

D1, D4 und D7 schalten bei zweimaligem Senden von Anzeigemodus 1 auf Anzeigemodus 2 um.

Skalierbefehle

S1	Stromskalierfaktor Phase 1:	Format "S1 2.556"
S2	Stromskalierfaktor Phase 2:	Format "S2 1"
S3	Stromskalierfaktor Phase 3:	Format "S3 5.801"
S4	Spannungsskalierfaktor Phase 1:	Format "S4 105.2"
S5	Spannungsskalierfaktor Phase 2:	Format "S5 98"
S6	Spannungsskalierfaktor Phase 3:	Format "S6 150.5"

Abbildung 3.1. Gerätabhängige Befehle

3.7

Modusbefehle

C1	Autorange On	(default)
C2	Autorange Off	
C3	Continuous Sampling	(default)
C4	Random Sampling	
C5	Mittelungszeit AVG=1	(default)
C6	Mittelungszeit AVG=2	
C7	Mittelungszeit AVG=3	
C8	Mittelungszeit AVG=4	
C9	RUN	(default)
K1	HOLD (Triggered mode ready)	
K2	Trigger start	
K3	Wh reset / Zeit reset	
K4	AC-Kopplung	
K5	DC+AC-Kopplung	

SRQ Befehlsmaske

P0	SRQ disabled	(default)
P1	SRQ on I-overrange	
P2	SRQ on U-overrange	
P3	SRQ on I-, or U-overrange	
P4	SRQ on triggered measurement finished	
P5	SRQ on I-over, or triggered measurement finished	
P6	SRQ on U-over, or triggered measurement finished	
P7	SRQ on I-, or U-over, or triggered measurement finished	

Endbefehle

W1	CR/LF/EOI	(default)
W2	CR/LF	
W3	EOI only	
W4	disable all terminators	

Hohlbefehl

G1	Get range I/U; SRQ mask; terminator
----	-------------------------------------

Abbildung 3.2. Gerätabhängige Befehle (Fortsetzung)

3.8

Typische Programmierbefehle für das 304B.

HP-85 Controller

```
REMOTE 705  
OUTPUT 705; "C2K413U5"  
OUTPUT 705; "D1D8F7"  
ENTER 705; A$  
CLEAR 705  
OUTPUT 705; "K5F4"  
TRIGGER 705  
B=SPOLL (705)
```

Fluke 1720A Controller

```
REMOTE @ 5  
PRINT @ 5, "C2K413U5"  
PRINT @ 5, "D1D8F7"  
INPUT @ 5, A$  
CLEAR @ 5  
PRINT @ 5, "K5F4"  
TRIG @705  
B%=SPL (5)
```

3.14. Syntaxregeln

Beim Schreiben von Eingabebefehlen sollten folgende drei Syntaxregeln beachtet werden:

REGEL 1: Lesen Sie die Ausgabedaten nur 1-mal. Damit alte Daten fälschlicherweise nicht ein 2. Mal eingelesen werden, wird der Ausgabepuffer bereits nach dem ersten Ablesen gelöscht. Will man den Ausgabepuffer ohne einen Ausgabebefehl dennoch ein zweites Mal lesen, reagiert das 304B auf den zweiten Ableserversuch nicht. Ist das 304B jedoch im TO, ist ein zweiter Ausgabebefehl überflüssig.

REGEL 2: Pro Eingabe-Befehlskette darf nicht mehr als 1 Ausgabebefehl benutzt werden. Beinhaltet eine Eingabe-Befehlskette mehr als 1 Ausgabebefehl, können nur die Daten des zuletzt eingegebenen Befehls abgelesen werden.

REGEL 3: Lesen Sie die durch einen Eingabebefehl generierten Ausgabedaten ab, bevor Sie eine weitere Eingabe-befehlskette abschicken. Ausgabedaten sind im Ausgangspuffer solange vorhanden, bis sie abgelesen werden oder bis das Instrument den nächsten Eingabebefehl erhält.

3.15. Ausgabedaten

Im nächsten Abschnitt werden diejenigen Daten erläutert, die in den Ausgabepuffer des 304B geladen und auf den Schnittstellenbus übertragen werden können. Es wird beschrieben, wie und wann Daten in den Ausgabepuffer geladen werden und um was für Ausgabedaten es sich dabei handelt. Das 304B kann auch vom Aufruf-Senderegister aus Daten zum IEEE-488 Bus schicken.

3.16. Das Laden der Ausgabedaten

Das 304B ist vorprogrammiert Ausgabedaten, sobald es einen Ausgabebefehl wie z.B. "F7" erhält, abzuschicken. Die Daten werden erst auf den Schnittstellenbus geladen, wenn der Benutzer den Talk-Modus des 304B aktiviert hat. Dies geschieht mit der Schnittstellenmeldung MTA (My Talk Address). Die verschiedenen Arten von Ausgabedaten sind in Abbildung 3.2. aufgelistet. Numerische Daten, einschliesslich Einheiten, behalten, wenn sie auf den IEEE-488 Bus

geschickt werden, das gleiche Format wie auf der Anzeige bei. Die Ausgabe-Datenkette beinhaltet die Daten der Phasen 1-3 und, sofern verwendbar, auch die Gesamtwerte (P,S,Q). Einzige Ausnahme bildet die Ausgabe der Gesamtenergie, welche aus nur einem Wert und der dazugehörigen Summationszeit besteht. Befinden sich Daten im Ueberbereich, erscheint neben den Daten der Zusatz "OVER". Auf den Befehl G1 erscheinen die Statusdaten. Die Daten werden gemäss den Angaben in Abbildung 3.2. formatiert und sind bereits in Abschnitt 3.11. genauer erklärt worden.

Die Endezeichen, die den numerischen Daten und den Statusdaten angefügt werden, können vom Benutzer mit den Endezeichenbefehlen W1 ... W4 bestimmt werden.

Datenausgabe	Formatbeispiele				
	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Summe	
Numerische	+4.221	+4.001	+4.158	+12.38mW	Messwert
Daten	+8.445	+8.787	+7.916	+8.389Ar	Messwert
Over	+20.47	+20.47	+20.47	+20.47Vr	Overrange
	1.385 + 4	+ 1.789 + 5	Wh/s		Messwert
	+220.5	+218.0	+214.3	+217.6Vr	Messwert
Konfigurations- daten:	G1: 3431 - Terminator W1,SRQ P3				
	U-range 4 I-range 3				
SRQ-Ausgang	dezimal 72		SRQ bei gestarteten Messungen beendet.		

Abbildung 3.2. Ausgabe-Datentypen

3.17. Bedienungsaufrufe SRQ (service requests)

Die Bedienungsaufrufe sind Teil der Schnittstellenkommunikation Benutzer/Bus-System. Die Aufrufe werden über die SRQ-Leitung geschickt. Senden mehrere Instrumente Bedienungsaufrufe, kann der Kontroller den Aufruf identifizieren, indem er sich eines Abfrageregisters bedient. Das 304B antwortet auf den Betriebsaufruf, indem es den Inhalt des entsprechenden Registers abrufft. Das Abfrageregister gibt dann an, ob das Instrument einen Bedienungsaufruf wünscht, und falls ja, weshalb.

3.11

Das 304B kann so programmiert werden, dass es nur, unter irgendwelchen vom Benutzer definierten Bedingungen einen Bedienungsaufruf sendet. Die Bedingungen können festgelegt werden, indem in die Bedienungsaufrufsmaske (SRQ-Maske) ein Wert eingegeben wird.

3.18. Das Abfrageregister

Das Abfrageregister ist, wie in Abbildung 3.3. dargestellt wird, ein im Binärkode programmiertes, 8 Bit Register. Der Instrumentenkontroller kann den Inhalt eines Abfrageregister finden, indem er der Reihe nach ein Instrument nach dem andern abfragt. Da die Daten des Abfrageregisters direkt auf den Bus geladen werden, werden Daten, die sich im Ausgabepuffer befinden, nicht gestört. Die 8 Bits des Abfrageregisters werden nachstehend aufgelistet. Beachten Sie, dass für die SRQ-Maske die Bits 1-4 benutzt werden, um den 7. Bit (den SRQ-Bit), festzulegen. Das Bit aktiviert die SRQ-Leitung, die dann die Bedienungsaufrufe weitergibt. Die Bits 1-4 werden je nach der gewählten SRQ-Maske, P1...P7, wie folgt festgesetzt.

Gewählte SRQ-Maske	Dezimalwert Bit 1-4
P1	1 I-Overrange
P2	2 U-Overrange
P7	7 Trig. Messung beendet

Bit:	8	7	6	5	4	3	2	1
	0	RQS	0	0	4 bits für SRQ Aktivierung			
Dezimal:	64	32	16	8	4	2	1	

Tabelle 3.3. SRQ Abfrageregister

Sobald der Inhalt aus dem Abfrageregister aufgerufen worden ist, wird das 7. Bit aus dem Abfrageregister gelöscht. Die Bits 1-4 werden auch belegt, wenn kein SRQ gewünscht wird (P0 wird vom Benutzer definiert). In diesem Fall wiederum ist das 7. Bit nicht gesetzt und die Bedienungsaufrufsleitung (SRQ-Leitung) nicht aktiviert.

3.19. Schnittstellenmeldungen

Die für das 304B verstehbaren Schnittstellenmeldungen können in drei Kategorien eingeteilt werden und werden im IEEE-488 Standard beschrieben: Adressenmeldung, Universalbefehle und adressierte Befehle. Alle hier beschriebenen Schnittstellenmeldungen werden vom Instrumentenkontroller aus abgeschickt.

Adressmeldungen

MLA: My Listen Address -- Setzt das Instrument auf "Listen" (Empfangen).
 MTA: My Talk Address -- Setzt das Instrument auf "Talk" (Senden).
 UNL: Unlisten -- Setzt das Instrument auf "Unlisten" (Empfangen einstellen).
 UNT: Untalk -- Setzt das Instrument auf "Untalk" (Senden einstellen).

Universalbefehle

ATN: Attention -- Eine einzeilige Meldung aufgrund derer das 304B einzeilige Meldungen als Schnittstellenmeldungen interpretiert. Ist diese Meldung falsch, werden mehrzeilige Meldungen als gerätabhängige Meldungen interpretiert.

REN: REMOTE Enable -- (REMOTE aktiviert) Eine einzeilige Meldung, die, erhält sie das 304B zusammen mit MLA, das Instrument auf REMOTE umstellt. Im REMOTE-Modus werden die Tasten an der Frontseite des 304B deaktiviert.

DCL: Device Clear -- Eine mehrzeilige Meldung, die in den Eingabepuffer geladen wird. DCL legt im 304B die folgenden Funktionen fest:

- AUTORANGE On
- Anzeige Irms, Urms, P, PF, Phase 1
- Wechselstromkopplung
- Kontinuierliche Abtastung
- Averaging (AVG) = 1
- Triggermessungen Off

3.13

SPE: Serial Poll Enable -- (Abfrageregister aktiviert) Eine mehrzeilige Meldung, die bewirkt, dass die Daten des Abfrageregisters (nicht die Daten im Ausgabepuffer), sobald der Befehl ATN ungültig wird, auf den Bus transferiert werden.

SPD: Serial Poll Disable -- (Abfrageregister deaktiviert) Schaltet die Funktion Abfrageregister aus.

Adressierte Befehle

GTL: Go To Local -- Stellt das 304B auf Lokalbedienung (=Bedienung mittels der Tasten an der Vorderseite des Instruments):

SDC: Selected Device: Clear -- Identisch mit DCL. Wird jedoch nur vom momentanen Empfänger verstanden.

3.20. Talk-Only-Modus

Mit dem Talk-Only-Modus kann der Benutzer von den REMOTE-Funktionen des 304B Gebrauch machen, ohne dass er einen Instrumentenkontroller benutzen muss.

Wird vorgängig zum Talk-only Betrieb neue Programmierung der Ausgabedaten gewünscht finden Sie in Abschnitt 3.21 die entsprechende Anleitung dazu.

So wird der Talk-Only-Modus eingeschaltet:

1. Netzschalter des 304B auf OFF drehen.
2. Talk-Only Schalter (7. Bit des Adress-Schalters) auf der Rückseite des Instruments auf ON stellen, also nach oben drehen.
3. Das 304B mit dem IEEE-488 Bus an den Datenempfänger (Empfänger-Handshake ist Bedingung) anschliessen.
4. Netzschalter des 304B auf ON drehen.
5. Das Instrument mit den Tasten an der Vorderseite bedienen. (Im Talk-Only-Modus läuft das Instrument auch auf REMOTE.)

Das 304B liest beim Aufstarten den Talk-only Schalter und sendet die programmierten Daten in vorgegebenen Zeitintervallen an das Datenempfangsgerät. Die Daten werden auch ausgegeben, wenn das 304B auf "HOLD" geschaltet wird.

3.21. Talk-Only Programmierung

Die Programmierung der gewünschten Ausgabedaten und das Ausgabeintervall ist in diesem Abschnitt beschrieben. Das Datenempfangsgerät muss handshake-fähig sein.

- "HOLD" wählen
- "SCALE" drücken
- "Σ" drücken
Die programmierten Ausgabedaten, z.B. " F 1 2 3 ..." und "H 1 2 3 ..." und Zeitintervall werden angezeigt. "Time xxxs" ist das Zeitintervall für die Datenausgabe.
- Nun wählen Sie mit den entsprechenden Tasten jene Funktionen, die Sie ausdrucken möchten (Ar, At, A=, Vr ...). Mit "ENTER" schliessen Sie die Funktionswahl ab. Falls Sie keine Änderung der programmierten Daten wünschen müssen Sie dennoch "ENTER" drücken um zum nächsten Schritt, der Zeiteingabe, zu gelangen.
- Geben Sie nun die gewünschte Zeit in Sekunden ein und schliessen Sie die Zeitangabe mit "ENTER" ab. Bei dieser Eingabe gelten die Zahlen im Tastenfeld unterhalb der Anzeige.
- "RUN" wählen

Die Talk-only Programmierung kann jederzeit mit der Taste "RUN" unterbrochen werden.

Im Talk-only Betrieb werden Daten in Zeitabständen des programmierten Zeitintervalls an den Printer ausgegeben. Daten werden auch ausgegeben, wenn das 304B in den "HOLD"-Zustand gebracht wird. Durch Programmierung eines grossen Zeitintervalls kann mit der "HOLD"-Taste ein manueller Druckerbetrieb erwirkt werden.

2.27. 304BT Präzisionswattmeter für Transformatoren-Prüfung

2.27.1. Einführung

Das Präzisionswattmeter 304BT ist für die Prüfung von Transformatoren entwickelt worden. Das Gerät zeichnet sich bei Leistungsfaktoren von 0.1 oder weniger durch eine höhere Genauigkeit aus. Zusätzlich benötigte Werte zur Prüfung von Transformatoren werden berechnet. Ein programmierbarer Talk-Only-Modus ermöglicht das Ausdrucken von Daten in frei wählbaren Intervallen. Die Skalierfaktoren und die gewählten Parameter für die Talk-Only Funktion werden in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert. Um eine höhere Genauigkeit zu erreichen, sind die Stromeingänge bei den standard 0-10A Einschüben auf 0-375mA, 0-750mA, 0-1.5A, 0-3A und 0-6A (5A max., dauernd) beschränkt. Zusätzlich können auch die verketteten Spannungen V12, V23, V31 (Effektivwerte 0-480V und Gleichrichtwerte (Option) 0-480V) gemessen werden. Ist diese Messmöglichkeit installiert, empfiehlt Infratek vom Einsatz des Wattmeters in Verbindung mit Frequenzumrichter-Systemen abzusehen.

2.27.2. Berechnung der Werte

Sämtliche für die Standardausführung 304B auf Seite 3 aufgelisteten Werte werden auch in der Spezialausführung berechnet. Folgende zusätzliche Größen werden ermittelt:

Gemittelte Spannung:

Spannungseffektivwert	=	$1/3 (Vr1+Vr2+Vr3)$	=	Vr
Gleichrichtwert korrigiert	=	$1.1107 V_{ti}(i=1,2,3)$	=	V_{ti}
Gleichrichtwert korrigiert	=	$1.1107/3 (Vt1+Vt2+Vt3)$	=	Vt
Effektivwert verkettete Spannung		$V_{RS}, V_{ST}, V_{TR} = V12, V23, V31$		
Gleichrichtwert verk. Spannung		$V_{RSt}, V_{STt}, V_{TRt}, \times 1.1107$		

Gemittelter Strom:

Stromeffektivwert	=	$1/3 (Ar1+Ar2+Ar3)$	=	Ar
Gleichrichtwert korrigiert	=	$1.1107 A_{ti}(i=1,2,3)$	=	A_{ti}
Gleichrichtwert korrigiert	=	$1.1107/3 (At1+At2+At3)$	=	At

Leistung:

Korr. Leistung pro Phase	=	$\frac{P_m}{0.5 + 0.5 [(Vr/Vt)]^2}$	=	P_{Ci}
Summe der korr. Leistung	=	$P_{C1} + P_{C2} + P_{C3}$	=	P_C

BEACHTEN: Die verketteten Spannungen können angezeigt werden, indem die "V"-Taste gedrückt wird (auf der Anzeige erscheint V1). Die verketteten Gleichrichtwertspannungen werden durch Drücken der Taste "A=" angezeigt.

2.27.3. Spezifikationen

Wo nichts anderes erwähnt ist, gelten die Spezifikationen für die Standardausführung 304B.

Gemittelter Strom/Spannung:

Es gelten die gleichen Genauigkeitsprozentsätze wie für die Ausführung 304B.

Verkettete Spannungen: (Effektiv- und Gleichrichtwert)

50/60Hz, (0.15 % des Eingangs + 0.15 % des Bereichs)

Strombereiche: (Entsprechenden Skalierfaktor eingeben)

0-10A Einschub:	375mA, 750mA, 1.5A, 3A, 6A max. 5A, Skalierung = 1
0- 2A Einschub:	37.5mA, 75mA, 150mA, 300mA, 600mA max. 2A, Skalierung = 0.1
0-30A Einschub:	3.75A, 7.5A, 15A, 30A, (60A) max. 20A, Skalierung = 10
Spannungseinschub:	max. 2V, Skalierung ist vom Shunt abhängig
Spannungsbereiche:	15V, 30V, 60V, 120V, 240V, 480V, 960V
Verkettete Spannungen:	0-480V, nicht skalierbar

Leistung:

(AC+DC Kopplung; kontinuierliche Abtastung; Mittelung = 3)
16Hz-400Hz: (0.05 % des Eingangs + 0.03 % des Bereichs)
Leistungsfaktor = 0 bis 0.1

Korrigierte Leistung:

Die Genauigkeitsangaben sind abhängig von den Genauigkeitsangaben der Leistung, des Spannungseffektiv- und des Spannungsgleichrichtwerts.

Automatische Wahl der Dezimalstelle:

Die Leistung wird unabhängig vom Leistungsfaktor stets als 5-stelliger Wert angezeigt. Die Dezimalstelle rückt automatisch nach links. (Beispiel: Leistungsbereich = 400.00W; Anzeige bei einem Leistungsfaktor von 0.01 = 4.0000W)

Strom- und Spannungsskalierung via IEEE-Schnittstelle:

Mit den Befehlen S1 bis S6 können die Ströme und Spannungen individuell skaliert werden.

Talk-Only-Modus:

Sämtliche zum Ausdrucken gewünschte Werte können programmiert werden. Die Zeitintervalle für den Ausdruck sind zwischen 1 bis 32760 Sekunden wählbar.

Messzyklus:

Die Anzeige (Display) wird sekundlich aktualisiert. Pro Messzyklus werden 51 Messwerte berechnet und gespeichert.

2.27.4. Die Anzeige der Spezialausführung 304BT

Die Anzeige des Standardwattmeters 304B entspricht grundsätzlich derjenigen der Spezialausführungen für Transformatorenprüfung. In diesem Abschnitt werden nur die Abweichungen vom Standardgerät beschrieben.

Im Anzeigemodus 1 werden gemittelte Stöme (I_r , I_t , I_A), gemittelte Spannungen (V_r , V_t , V_l) und Summenleistungen (W , V_A , VAR) angezeigt wenn die Σ -Taste gedrückt wird. Im Anzeigemodus 2 hingegen werden jeweils 4 Strom-, 4 Spannungs- oder 4 Leistungswerte angezeigt. Die sich auf der Anzeige ganz rechts befindlichen Strom- oder Spannungswerte entsprechen den gemittelten Werten wie sie in Abschnitt 2.27.2. definiert sind. Bei Leistungsanzeige sind die Leistungssummen W , W_c , V_A , Var ganz rechts auf der Anzeige zu finden. Die korrigierte Leistung wird angezeigt, indem zuerst die Taste "W" und anschliessend die Taste " Σ " gedrückt wird.

Die verketteten Spannungen werden angezeigt, indem die Taste "V=" respektive "A=" gedrückt wird. Auf der Anzeige von links nach rechts sind die verketteten Spannungen V_{12} , V_{23} , V_{31} und der Mittelwert der drei Spannungen zu finden.

2.27.5. Fernprogrammierung

Die Programmierung der Schnittstelle ist auf die Standardausführung 304B abgestimmt. Die Spezialausführungen weisen einen zusätzlichen Ausgabebefehl auf: H5. Mit H5 können die korrigierten Leistungswerte (Pc1, Pc2, Pc3, und Pc) abgefragt werden. Wenn Strom-, Spannungs- oder Leistungswerte ausgegeben werden, bleibt das Format der Daten das gleiche wie das auf der Anzeige (Werte der Phasen 1, 2, und 3, und gemittelte Werte oder Summenwerte).

Set Befehle S1 bis S6:

Mit den folgenden Befehlen können die Ströme und Spannungen skaliert werden:

S1	Setzt Stromskalierungsfaktor Phase 1:	z.B. S1 2.556
S2	Setzt Stromskalierungsfaktor Phase 2:	z.B. S2 1
S3	Setzt Stromskalierungsfaktor Phase 3:	z.B. S3 5.801
S4	Setzt Spannungsskalierungsfaktor Phase 1:	z.B. S4 105.2
S5	Setzt Spannungsskalierungsfaktor Phase 2:	z.B. S5 98
S6	Setzt Spannungsskalierungsfaktor Phase 3:	z.B. S6 150.5

Es kann jeweils nur 1 Befehl gesendet werden

2.27.6. Programmieren des Talk-Only-Modus

Im Abschnitt 3.19 dieser Bedienungsanleitung ist beschrieben, wie der Talk-Only Modus aktiviert wird. Damit die Daten fehlerfrei übermittelt werden können, muss der Printer jedoch über eine IEEE-488 Empfänger-Handshake Schnittstelle verfügen.

Der gewünschte Printer Output wird wie folgt programmiert:

1. —→ "HOLD"-Taste drücken.
2. —→ "SCALE"-Taste drücken.
3. —→ " Σ "-Taste drücken.
Es wird der Programmstatus angezeigt. Die Funktionen "F 1 2 3 ..." und "H 1 2 3 ..." entsprechen den Ausgabebefehlen auf Seite 3.6 dieser Betriebsanleitung. "Time xxx s" gibt das Zeitintervall für die Print-outs an (1 Sek. bis maximal 32670 Sek.)
4. —→ Drücken Sie nun einzeln die gewünschten Funktionstasten im mittleren Feld unterhalb der Anzeige (Ar, At, A=, Vr, Vt, V=, W, VA, VAR, PF, Wh, Z). Für jede dieser Tasten erscheint die entsprechende Druckerausgabe.

BEACHTEN: Wird die Taste "W" gedrückt, so werden die Funktionen F7 (Leistung) und G5 (korrigierte Leistung) aktiviert. Die Funktion H5 (korr. Leistung) kann nicht alleine aktiviert werden.
Um die Programmierung der Ausgabefunktionen zu beenden, drückt man die Taste "ENTER".
Auch wenn die Ausgabefunktionen unverändert bleiben sollen, muss dennoch die Taste "ENTER" betätigt werden, um zum nächsten Schritt zu gelangen.

5. Jetzt wird das Zeitintervall programmiert, indem mit Hilfe der Funktionstasten unterhalb der Anzeige die entsprechenden Zahlen eingegeben werden (0 1 2 ...). Der Höchstwert ist 32760 Sekunden; grössere Werte werden begrenzt.
Die Zeitintervall-Eingabe wird mit "ENTER" abgeschlossen. Will man kein neues Zeitintervall wählen, drückt man ganz einfach "RUN", um so den Talk-Only Programmiermodus zu verlassen.
6. Durch Drücken der Taste "RUN" wird der Programmiermodus verlassen.
Soll der Talk-Only Programmierablauf wiederholt werden, drückt man die Taste "Σ"; auf diese Weise kommt man zu Punkt 3 zurück.
Der Programmiermodus kann jederzeit mit der Taste "RUN" unterbrochen werden.
In Abschnitt 3.19 dieser Bedienungsanleitung ist beschrieben, wie der Talk-Only Modus aktiviert wird.

Im Talk-Only-Modus werden Daten im programmierten Zeitintervall ausgedruckt. Sämtliche Daten werden zudem jedesmal ausgedruckt, wenn der "HOLD"-Modus aktiviert wird.
Programmiert man einen langen Zeitintervall, kann durch Drücken der Taste "HOLD" der Drucker manuell aktiviert werden.

2.27.7. Aktivierung der Gleichrichtwert-Messung

Die folgende Aktivierung wird im Werk durchgeführt, sofern die Elektronik für die Gleichrichtwert-Messung installiert ist. Durch Fehlmanipulationen ist eine Deaktivierung möglich. Mit den folgenden Schritten kann die Messung wieder aktiviert werden:

- | | | |
|-------------------|---|--|
| → "HOLD" wählen | } | Aktivieren der Gleichrichtwert-Messung |
| → "SCALE" drücken | | |
| → "I UP" drücken | | |
| → "RUN" wählen | | |

Die Messung kann wie folgt deaktiviert werden:

- "HOLD" wählen
 - "SCALE" drücken
 - "U UP" drücken
 - "RUN" wählen
- } Deaktivieren der Gleichrichtwert-Messung

2.28. 304BM Präzisionswattmeter für Motoren-Prüfung

2.28.1. Einführung

Das Präzisionswattmeter 304BM ist für die Prüfung von Gleich- und Wechselstrom-Elektromotoren entwickelt worden. Das Gerät zeichnet sich durch seinen grossen Frequenz- und Strombereich aus und kann auch die überaus komplizierten Signale moderner Frequenzumrichter amplituden- und phasenrichtig messen. Zusätzlich benötigte Werte zur Prüfung von Motoren werden berechnet. Ein programmierbarer Talk-Only-Modus ermöglicht das Ausdrucken von Daten in frei wählbaren Intervallen. Die Skalierfaktoren und die gewählten Parameter für die Talk-Only Funktion werden in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert.

2.28.2. Berechnung der Werte

Sämtliche für die Standardausführung 304B auf Seite 3 aufgelisteten Werte werden auch in der Spezialausführung berechnet. Folgende zusätzliche Grössen werden ermittelt:

Mittlere verkettete Spannung:

Verkettete Spannung $= \sqrt{3}/3 (V_1 + V_2 + V_3)$

Mechanische Grössen:

Aus den drei zusätzlichen Gleichspannungseingängen DC1, DC2, und DC3 werden die folgenden Grössen berechnet und mit der Taste V_t angezeigt:

Drehmoment [Nm] $= DC1 \times C1$
 Drehzahl [R/m= /min] $= DC2 \times C2$
 Frequenz [Hz] $= DC3 \times C3$

Mechanische Leistung in Watt [W_m] $= (2\pi/60) \cdot DC1 \cdot C1 \cdot DC2 \cdot C2$

wobei:

DC1 = Gleichspannungseingang proportional Drehmoment
 DC2 = Gleichspannungseingang proportional Drehzahl
 DC3 = Gleichspannungseingang proportional Frequenz

C1 = Skalierungsfaktor von DC1
 C2 = Skalierungsfaktor von DC2
 C3 = Skalierungsfaktor von DC3

BEACHTEN:

Die mechanischen Grössen können angezeigt werden, indem die "Vt" -Taste gedrückt wird. Die Gleichrichtspannungen "Vt" werden in diesem Fall nicht mehr gemessen.

2.28.3. Spezifikationen

Wo nichts anderes erwähnt ist, gelten die Spezifikationen für die Standardausführung 304B.

Strombereiche: (Entsprechenden Skalierfaktor eingeben)

0-2A Einschub: 37.5mA, 75mA, 150mA, 300mA, 600mA
Skalierung = 0.1
0-10A Einschub: 375mA, 750mA, 1.5A, 3A, 6A, Skalierung = 1
0-30A Einschub: 3.75A, 7.5A, 15A, 30A, (60A), Skalierung = 10
0-150A Einschub: direkt 375mA, 750mA, 1.5A, 3A, 6A
Skalierung=1
LEM 7.5A, 15A, 30A, 60A, 120A; Skalierung=20
Spannungseinschub: 1.875mV=1A; Skalierung ist von Shunt abhängig

Spannungsbereiche: 15V, 30V, 60V, 120V, 240V, 480V, 960V

Gleichspannungseingänge DC1, DC2, DC3:

Messbereich: 0-2V, mit Teiler und Skalierung beliebige Bereiche.
Genauigkeit: 0.2% MB
Eingangswiderstand: 100kOhm
Potentialtrennung: Die drei DC-Eingänge sind potentialfrei.

Anschlüsse: 14-Pol Amphenolstecker an Geräterückwand
DC1: +/- Anschlüsse 8/1
DC2: +/- Anschlüsse 9/2
DC3: +/- Anschlüsse 10/3
Skalierung: DC1, DC2 und DC3 können individuell skaliert werden (0-99999)

Automatische Wahl der Dezimalstelle:

Die Leistung wird unabhängig vom Leistungsfaktor stets als 5-stelliger Wert angezeigt. Die Dezimalstelle rückt automatisch nach links. (Beispiel: Leistungsbereich = 400.00W; Anzeige bei einem Leistungsfaktor von 0.01 = 4.0000W)

Skalieren:

Mit den Befehlen S1 bis S6 können die Ströme und Spannungen individuell skaliert werden. Mit S7 wird die Konstante C1, mit S8 die Konstante C2 und mit S9 die Konstante C3 programmiert. Das Vorgehen zur Programmierung dieser Konstanten via Frontplatte ist identisch der Programmierung der Spannungs-Skalierungsfaktoren mit der Abweichung, dass vor dem HOLD-Mode zuerst die Σ -Taste gedrückt wird.

Messzyklus:

Die Anzeige (Display) wird sekundlich aktualisiert. Pro Messzyklus werden 48 Messwerte berechnet und gespeichert.

2.28.4. Die Anzeige der Spezialausführung 304BM

Die Anzeige des Standardwattmeters 304B entspricht grundsätzlich derjenigen der Spezialausführungen für Motorenprüfung. In diesem Abschnitt werden nur die Abweichungen vom Standardgerät beschrieben.

Im Anzeigemodus 1 werden gemittelte, verkettete Spannungen $\sqrt{3} \cdot (V_r, V=)$ angezeigt, wenn die Σ -Taste gedrückt wird. Im Anzeigemodus 2 hingegen werden jeweils 4 Strom-, 4 Spannungs- oder 4 Leistungswerte angezeigt. Die sich auf der Anzeige ganz rechts befindlichen Strom- oder Spannungswerte entsprechen den gemittelten Werten. Bei Leistungsanzeige sind die Leistungssummen W, VA, Var ganz rechts auf der Anzeige zu finden. Die mechanischen Grössen werden angezeigt, indem die Taste "Vt" gedrückt wird (Anzeigemodus 2). Die linke Anzeigegrösse ist das Drehmoment in Nm, die 2. Anzeigegrösse die Drehzahl /Min., die 3. Anzeigegrösse die Frequenz in Hz und die 4. Anzeigegrösse ist die mechanische Leistung in mWm, Wm, kWm oder Gwm.

2.28.5. Fernprogrammierung

Die Programmierung der Schnittstelle ist auf die Standardausführung 304B abgestimmt. Mit F5 können die mechanischen Grössen abgefragt werden.

Wenn Strom-, Spannungs- oder Leistungswerte ausgegeben werden, bleibt das Format der Daten das gleiche wie das auf der Anzeige (Werte der Phasen 1, 2, und 3, und gemittelte Werte oder Summenwerte).

Set Befehle S1 bis S9

Mit den folgenden Befehlen können die Ströme, Spannungen und DC-Eingänge skaliert werden:

S1	Setzt Stromskalierungsfaktor Phase 1:	z.B.	S1 2.556
S2	Setzt Stromskalierungsfaktor Phase 2:	z.B.	S2 1
S3	Setzt Stromskalierungsfaktor Phase 3:	z.B.	S3 5.801
S4	Setzt Spannungsskalierungsfaktor Phase 1:	z.B.	S4 105.2
S5	Setzt Spannungsskalierungsfaktor Phase 2:	z.B.	S5 98
S6	Setzt Spannungsskalierungsfaktor Phase 3:	z.B.	S6 150.5
S7	Setzt Skalierungsfaktor für DC1		
S8	Setzt Skalierungsfaktor für DC2		
S9	Setzt Skalierungsfaktor für DC3		

Es kann jeweils nur 1 Befehl gesendet werden