

**bepat**

GmbH & Co. KG



---

## rotabench® PA-3P

Leistungsmesstechnik für Elektromotoren

Genauigkeitsklasse: 0,1%

---

# rotabench® PA-3P HARDWARE

## TECHNISCHE DATEN

Gehäuse:	19" 3 HE bis 6 HE als Tischgerät oder als 19" Rack-Einschub
Gerätebezeichnung:	rotabench® PA
Typen-Bezeichnung:	rotabench® PA-3P
Gewicht:	ca. 8 kg (Tischgerät)
Abmessungen:	ca. 32 x 45 x 14 cm (L x B x H) (Modell 3P, Tischgerät)
Spannungsversorgung:	90 bis 260 VAC, 47 bis 63 Hz
Leistungsaufnahme:	max. 75 Watt
Betriebstemperatur:	10°C bis 50°C
Feuchtigkeit:	10% bis 80% relative Luftfeuchte, nicht kondensierend



## ÜBERBLICK



1. Eingang Strom (LEM-Wandler)
2. Eingang Strang-Spannungen, mit künstlichem Sternpunkt
3. Eingang DC-Spannung
4. Trigger-Eingang (5 Volt TTL)
5. Eingang Drehmoment ( $\pm 10$  Volt DC)
6. Eingang Drehzahl ( $\pm 10$  Volt DC)
7. Eingang Inkrementalgeber (5 Volt TTL), Ausgang Inkrementalgeber

## EINGÄNGE (MODELL 3P)

### STROM

- 4 Eingänge für LEM IT-200s Ultrastab oder LEM-IT 400s Ultrastab Stromwandler (Phasen L1, L2, L3 und DC), Messbereich 200 oder 400 Ampere (Peak)
- Integrierte Signalkonditionierung
- Integrierte Stromversorgung für LEM Stromwandler ( $\pm 15$  Volt)
- Genauigkeit:
  - Sensoren: gem. Datenblatt LEM IT 200-S / 400-S ULTRASTAB Stromwandler
  - Bürdenwiderstand:
    - Toleranz: 0,01%
    - Temperaturkoeffizient: 0,02 ppm/°C
  - AD-Wandler:
    - Synchron abtastende, isolierte und differentielle 24-bit Delta-Sigma Wandler
    - Master-Timebase: 12,8 MHz
    - Output Sample-Rate: 50 kHz (pro Kanal)
    - Eingangs-Impedanz:  $> 1$  GOhm
    - Gain Error: max.  $\pm 0,2\%$ , typ. 0,07% (zwischen 18°C und 28°C)
    - Offset Error: max.  $\pm 0,06\%$ , typ. 0,005% (zwischen 18°C und 28°C)
    - Gain Drift:  $\pm 7$  ppm/°C
    - Offset Drift: 1,3  $\mu$ V/°C
    - Phase Mismatch: 0,13° / kHz max.
    - Phase Non-Linearity: 0,12° max.
    - Integrierter Anti-Alias-Filter, Grenzfrequenz 22,65 kHz
    - CMMR ( $f_{in} = 60$  Hz): 140 dB

### SPANNUNG

- 4 Eingänge für Spannungen (L1, L2, L3 und DC)
- Eingangsbereich:  $\pm 60$  Volt oder  $\pm 1000$  Volt
- 250 V RMS CAT2 Isolierung – Kanal zu Kanal (mit 60 Volt Eingangsmodul)
- Integrierter Künstlicher Sternpunkt
  - C = 2200 nF
  - R = 300 kOhm
- AD-Wandler:
  - Synchron abtastende, isolierte und differentielle 24-bit Delta-Sigma Wandler
  - Master-Timebase: synchronisiert mit den Stromeingängen (12,8 MHz)
  - Output-Sample-Rate: 50 kHz
  - Input-Impedanz:  $>1$  MOhm
  - Genauigkeit:
    - Gain-Error: max.  $\pm 0,13\%$ , typ.  $\pm 0,03\%$  (18°C bis 28°C)
    - Offset Error: max. 0,05%, typ.  $\pm 0,008\%$  (18°C bis 28°C)
    - Gain Drift: 5 ppm/°C
    - Offset Drift: 150  $\mu$ V/°C
    - Phase Mismatch: 0,045°/kHz max.
    - Phase Non-Linearity: 0,11° max
    - Integrierter Anti-Alias-Filter, Grenzfrequenz 22,65 kHz
    - CMMR ( $f_{in} = 60$  Hz): 115 dB

## EINGÄNGE (MODELL 3P)

### DREHZAHL (ANALOG) UND DREHMOMENT

- Jeweils ein Eingang für ein analoges Drehzahl-Signal und ein Drehmoment-Signal
- Eingangsbereich:  $\pm 10$  Volt
- 250 V RMS Channel-to-Earth Isolierung
- 16-bit, synchrone Erfassung, massebezogen, Sample-Rate: 50 kHz, synchronisiert mit den Strom- und Spannungseingängen
- Genauigkeit:
  - Gain Error: max.  $\pm 0,2\%$ , typ.  $\pm 0,02\%$  (18°C bis 28°C)
  - Offset Error: max.  $\pm 0,082\%$ , typ.  $\pm 0,014\%$  (18°C bis 28°C)
  - Gain Drift: 10 ppm/°C
  - Offset Drift: 60  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
  - Eingangsimpedanz: 1GOhm

### DREHZAHL (DIGITAL)

- Digitaler Drehzahleingang zum Anschluss von Inkrementalgebern (A-, B- und Z-Spur)
- Signalpegel: 5 Volt TTL
- Max. Eingangsfrequenz: 350 kHz
- Anschluss: Single-Ended (A, B, Z + Gnd) oder Push-Pull (A + A', B + B', Z + Z') mit Encoderauswertung (Drehrichtung) oder Drehzahl-Puls (nur A-Spur)
- Die Signale des Encoder-Eingangs werden galvanisch entkoppelt und auf 5 Volt TTL stabilisiert am „Encoder OUT“ Ausgang gespiegelt

### OPTIONAL

- Bürdenwiderstände für LEM IT-60 ULTRASTAB, LEM IT-700 ULTRASTAB oder LEM IT-1000 ULTRASTAB Stromwandler
- Erweiterung des Messbereichs für die Spannungseingänge auf 1000 VDC – im künstlichen Sternpunkt integriert

## KOMMUNIKATION

Das rotabench PA Gerät wird mit einem LAN-Label (CAT 5e oder CAT6) an einen Gigabit-LAN angeschlossen (ggf. über einen Switch) und über TCP/IP mit dem Bedien-Rechner verbunden. Die Messdaten (Strom, Spannung, Drehmoment, Drehzahl) werden mit einer festen Sample-Rate von 50 kHz zum Bedien-Rechner gestreamt und dort ausgewertet und visualisiert.

# rotabench® PA SOFTWARE

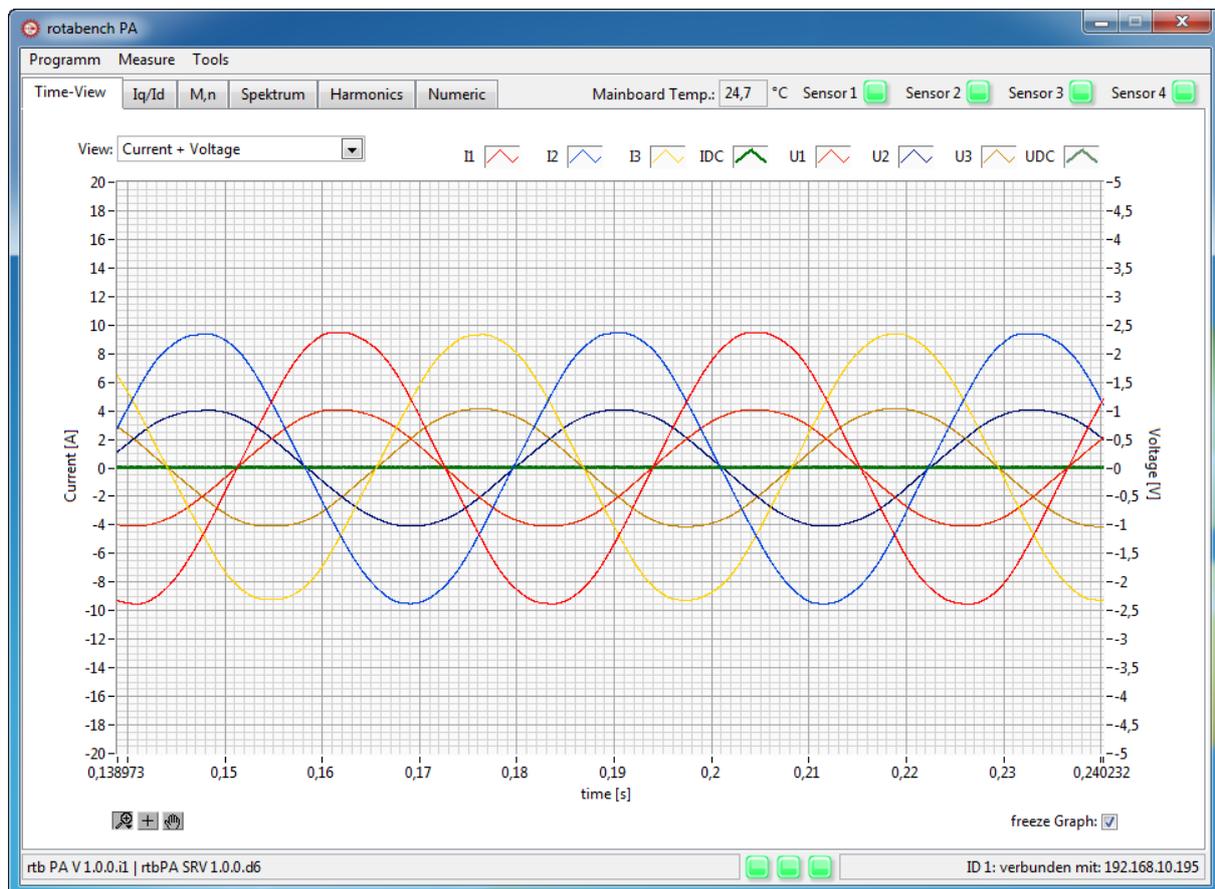
## ÜBERBLICK

Die Software besteht aus einer Firmware, die auf dem Messgerät läuft und einer Bedien-Software („Client“), die auf einem handelsüblichen Windows-PC betrieben wird. Die Verbindung zwischen Messgerät und Client wird über ein Ethernet-Netzwerk hergestellt. Dies ermöglicht einen dezentralen Aufbau, bei dem das Messgerät in unmittelbarer Nähe zum Prüfling aufgestellt wird aber räumlich vom Bedien-Rechner getrennt ist.

Die Daten werden mit 50 kHz pro Kanal auf dem Messgerät erfasst, aufbereitet und über TCP/IP an den Bedienrechner gestreamt. Die Berechnung der Messwerte, die Visualisierung und ggf. das Speichern der Messdaten erfolgt auf dem Bedien-Rechner.

## MESSDATENERFASSUNG UND VERARBEITUNG

### VISUALISIERUNG DER ZEITDATEN

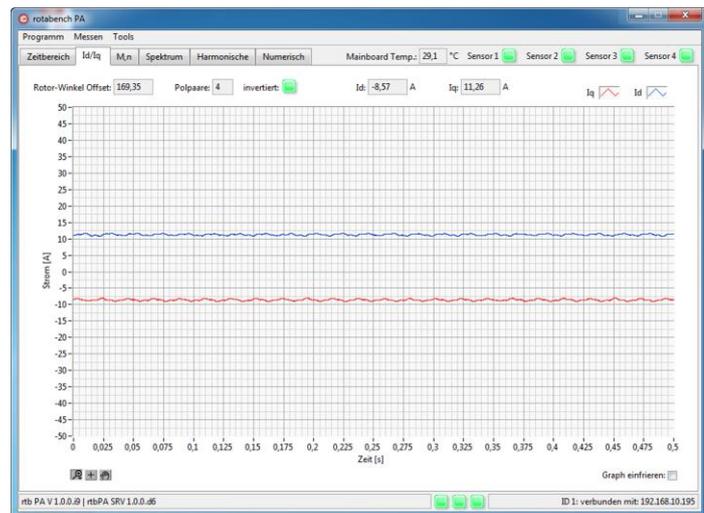


Die zum Bedien-Rechner gestreamten Daten der Spannungen und Ströme (L1 – L3, DC) werden als Zeitdaten mit einer einstellbaren Speicher-Tiefe graphisch dargestellt. Die Länge des Zeitfensters ist einstellbar. Die Ansicht ist umschaltbar auf Spannungen + Ströme, nur Ströme, nur Spannungen.

# MESSDATENERFASSUNG UND VERARBEITUNG

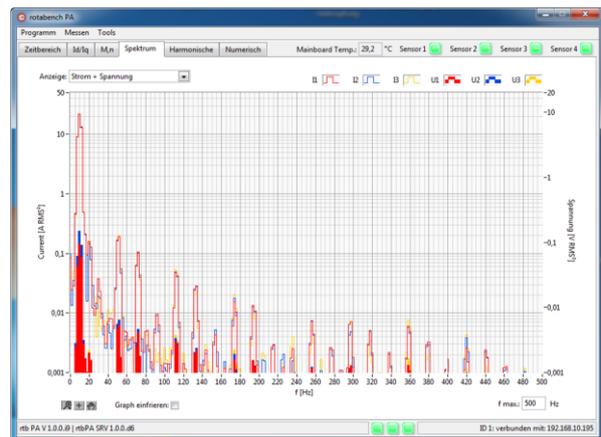
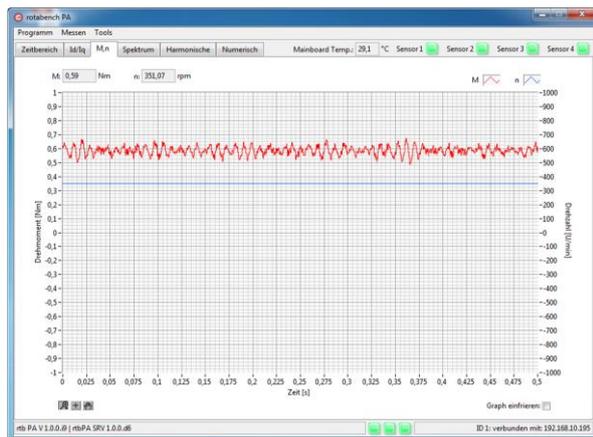
## VISUALISIERUNG VON $I_q$ UND $I_d$

Die Längs- Id (feldbildender Strom) und der Querstrom  $I_q$  (drehmomentbildender Strom) werden über der Zeit graphisch dargestellt.  $I_q$  und  $I_d$  werden nur richtig berechnet, wenn ein Rotorlagegeber angeschlossen ist, der Rotor-Winkel-Offset (Offset zwischen elektrisch  $0^\circ$  der Maschine und dem Nullwinkel des Lagesensors), die Polpaarzahl und der Drehsinn der Maschine bekannt sind. Diese Daten können entweder über einen Dialog eingegeben werden oder mit Hilfe der Messfunktion „induzierte Spannungen“ durch das Messgerät ermittelt werden.



## VISUALISIERUNG VON DREHZAHL UND DREHMOMENT

Der Verlauf der Drehzahl und des Drehmoments wird graphisch über der Zeit dargestellt.



## ONLINE FFT UND ONLINE ORDNUNGSSPEKTRUM

Das Frequenz- und Ordnungsspektrum der Ströme und Spannungen für L1 – L3 wird online berechnet und graphisch dargestellt.

## NUMERISCHE MESSDATEN

Für die Ströme und Spannungen L1 bis L3 wird berechnet, sowohl breitbandig als auch parallel dazu für die Grundwelle:

- Der RMS-Wert pro Phase
- Der Mittelwert pro Phase
- Summenwert und Mittelwert der RMS-Werte
- L0

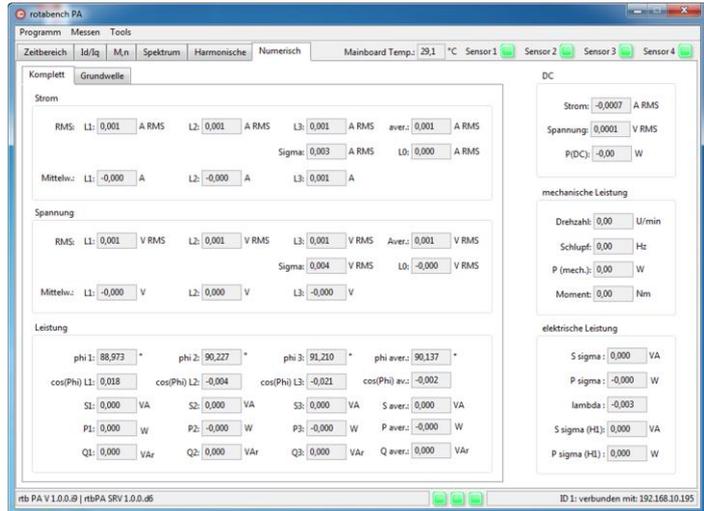
Daraus werden die Messergebnisse für die elektrische Leistung bestimmt:

- Schein-, Blind- und Wirkleistung
- Phi und  $\cos(\phi)$
- Sowie die Mittelwerte davon über alle 3 Phasen

## NUMERISCHE MESSDATEN

Zusätzlich werden berechnet:

- Die DC Leistung
- Die mechanische Leistung (aus den Mittelwerten von Drehzahl, Drehmoment und ggf. dem Schlupf)
- Die Summen der Schein- und Wirkleistung, sowie der Leistungsfaktor für das Breitbandige Signal
- Die Summen der Schein- und Wirkleistung für die Grundwelle



## SKALIERUNG UND FILTERUNG

### SKALIERUNG

Jeder Eingangskanal kann separat skaliert werden:

- Ströme L1-L3 und DC
- Spannungen L1-L3 und DC
- Drehzahl (analog) und Drehmoment

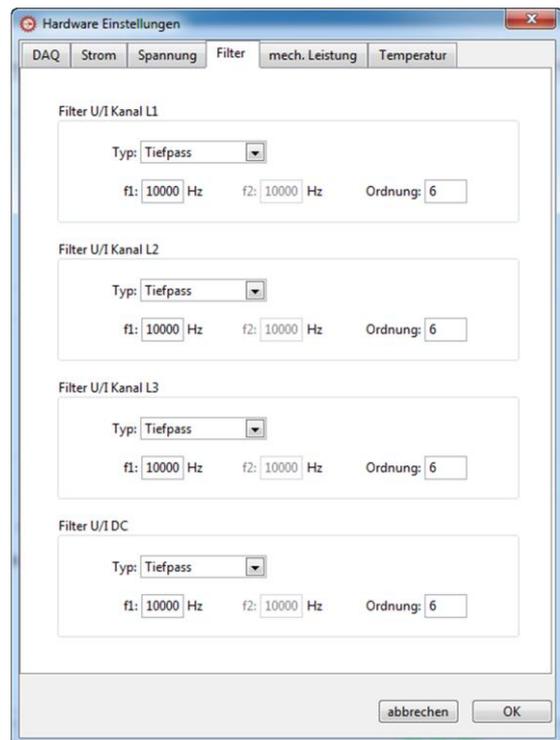
Für den digitalen Drehzahleingang kann die Anzahl der Tics pro Umdrehung des Inkrementalgebers angegeben werden. Der Drehsinn des Encoders kann invertiert werden.

### FILTERUNG

Tief-, Hoch- oder Bandpass-Filter sind in den Hardware Einstellungen verfügbar für:

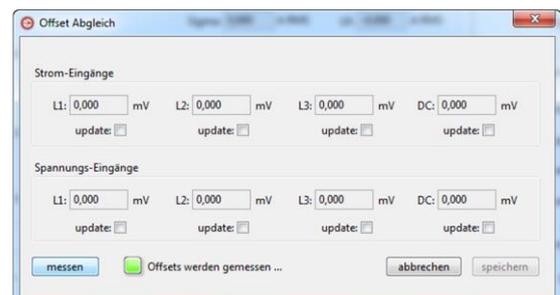
- Strom & Spannung
- Drehmoment

Diese Filter können mit parametrierbaren Grenzfrequenzen und einer parametrierbaren Filterordnung eingestellt werden.



## OFFSET KOMPENSATION

Der Offset der Eingangs-Kanäle kann mit einem einfachen Verfahren ermittelt und kompensiert werden.



## MESSDATEN SPEICHERN

### SCREENSHOTS SPEICHERN

Wie bei der Screenshot-Funktion eines Oszilloskops können mit einem Mausklick die visualisierten Daten (Screenshots der Graphen) von Strom & Spannung, Drehzahl & Drehmoment, Iq und Id, sowie das Frequenz- und Ordnungsspektrum als PNG-Datei auf der Festplatte des Bedien-Rechners gespeichert werden.

### CSV-DATEI

Mit einem Mausklick können die Zeitdaten und die Spektren in einer CSV-Datei zur Weiterverarbeitung in Excel gespeichert werden.

### BINÄR-DATEI

Die Messdaten können als Rohdaten-Stream mit einem voreinstellbaren Zeitfenster auf die Festplatte des Bedien-Rechners gestreamt und gespeichert werden. Das Dateiformat der Rohdaten wird auf Wunsch offengelegt.

### CUSTOMIZING

Auf Wunsch ändern/erweitern wir die Software so, dass Ihre Anforderungen 1:1 abgebildet werden. Das kann z.B. sein:

- Rohdaten-Streams in einem von Ihnen definierten Datenformat
- Kundenspezifische Messfunktionen
- Eine DLL, die die Mess- und Streaming-Funktionalität so abstrahiert, dass Sie in der Lage sind das Messgerät nahtlos in Ihre Software einzubinden