



PEWA
Messtechnik GmbH
Weidenweg 21
58239 Schwerte
Tel.: 02304-96109-0
Fax: 02304-96109-88
E-Mail: info@pewa.de
Homepage : www.pewa.de

MAVOWATT | 50

Energie- und Netzstöranalysator

3-349-343-01
2/7.07



Inhalt

I.	ERSTINSPEKTION	5	5	BEDIENUNG	33
II.	SICHERHEITSHINWEISE	5	5.1	Allgemeine Hinweise	33
1	TECHNISCHE BESCHREIBUNG	7	5.2	Auswählen von Messungen und Auswertungen	33
1.1	Allgemeines	6	5.2.1	Auswählen einer Messfunktion	33
1.2	Verwendung und Einsatzbereich	7	5.2.2	Auswählen einer Darstellungsart	33
1.3	Funktionale Ausstattung	7	5.2.3	Auswählen von Mess- und Anzeigeparametern	34
1.4	Zubehör	9	5.2.4	Ein- und Ausblenden von Cursorlinien	34
1.4.1	Mitgeliefertes Zubehör (M816A)	8	5.2.5	Rücksetzen von Zählern, Maxima und Minima	35
1.4.2	Optionales Zubehör	9	5.3	Darstellungsarten zeitgesteuerter Messdaten	36
2	INBETRIEBNAHME	10	5.3.1	Numerische Darstellung	36
2.1	Netzanschluss	10	5.3.2	Listendarstellung der Hauptmessgrößen	36
2.1.1	Tauschen der Netzsicherungen	10	5.3.3	Listendarstellung der Verzerrungsfaktoren von Strom und Spannung	37
2.1.2	Einschalten des Gerätes	10	5.3.4	Listendarstellung der spektralen Anteile von Strom Spannung und Leistung	37
2.1.3	Ausschalten des Gerätes	10	5.3.5	Tabellendarstellung	38
2.2	Ändern/Erweitern der Gerätesoftware	11	5.3.6	Statistik-Darstellung	38
2.2.1	Allgemeines	11	5.3.7	Grafische Darstellung	39
2.2.2	Herunterladen eines Firmware-Updates vom Internet	11	5.3.8	Darstellung der Kurvenform (Scope)	40
2.2.3	Programmübertragung über die USB-A- Schnittstelle	11	5.3.9	Vektordarstellung	41
2.2.4	Vorbereiten zur Programmübertragung über das Internet ..	12	5.3.10	Balkendarstellung – Spektralanalyse	42
2.2.5	Programmübertragung über das vorbereitete Internetprotokoll	12	5.4	Darstellungsarten ereignisgesteuerter Messdaten	43
2.3	Messanschluss	13	5.4.1	Balkendarstellung	43
3	BEDIEN- UND ANZEIGEELEMENTE	14	5.4.2	Statistikdarstellung	43
3.1	Allgemeines	14	5.4.3	Tabellendarstellung	44
3.2	Tastenfunktionen	14	5.4.4	Darstellen des Effektivwertverlaufes von Strom und Spannung	45
3.3	LC-Anzeige	14	5.4.5	Erfassen und Darstellen des Kurvenverlaufes von Strom und Spannung - Transientenmessung	46
3.4	Menüführung	15	5.5	Frequenzumrichter-Messungen	48
4	EINSTELLEN VON BETRIEBSPARAMETERN	17	5.5.1	Darstellungsarten für Frequenzumrichter-Messungen	48
4.1	Menüstruktur	17	5.5.2	Messanschluss für Frequenzumrichter-Messungen	48
4.2	Einstellprozedur von Betriebsparametern	18	5.6	Trigger – (Grenzwertmeldefunktion)	50
4.2.1	Einschalten des Gerätes	18	5.7	Aufzeichnen von Messreihen, Ereignissen und statistischen Werten	51
4.2.2	Wechseln in das Einstellmenü	18	5.7.1	Auswahl des Speichermediums	51
4.3	Einstellen der Geräte-, Mess- und Speicherparameter ..	18	5.7.2	Auswahl der Speicherparameter	51
4.3.1	Einstellen von Parametern mit numerischen Variablen	18	5.7.3	Starten einer Aufzeichnung	51
4.3.2	Datum und Uhrzeit einstellen	19	5.7.4	Sichern von Messdaten während einer Aufzeichnung	52
4.3.3	Einstellen von Parametern mit Text- und numerischen Variablen	19	5.7.5	Beenden einer Aufzeichnung	52
4.3.4	Rückkehren in die vorhergehenden Menüebenen und in die Hauptanzeige	19	5.8	Wiedergeben und Bearbeiten von gespeicherten von Messdaten	53
4.4	Beschreibung der Betriebsparameter	20	5.8.1	Wiedergeben einer Datei	53
4.4.1	Setup der Geräteparameter	20	5.8.2	Verschieben und Kopieren einer Datei	53
4.4.2	Messparameter	22	5.8.3	Löschen einer Datei	53
4.4.3	Speicherparameter	26			
4.5	Speicherkonfiguration	28			
4.5.1	Ändern der Speicherkonfiguration	28			
4.6	Zusammenstellen von Messgrößen	30			
4.6.1	Ändern der Auswahl von Messgrößen und Messarten	30			
4.7	Fernbedienung über Webservers	32			
4.7.1	Einrichten des Kommunikationsweges	32			

6	VERFÜGBARE MESSGRÖSSEN	55	B	OBERSCHWINGUNGEN UND ZWISCHENHARMONISCHE (FFT)	A-11
6.1.	Messgrößen für die Leistungs- und Energieanalyse	55	B.1	Allgemeines	A-11
6.2.	Messgrößen der Spektralanalyse	55	B.2	Beschreibung	A-11
6.3	Verfügbare Messgrößen in der Transienten-Messfunktion	56	B.3	Bewertung von Oberschwingungen, Zwischenharmonischen und Gruppen	A-12
6.4	Verfügbare Messgrößen in der Flicker-Messfunktion	56	B.4	Verwendete Symbole im Mavowatt 50	A-12
6.5	Merkmale der Netzqualität gemäß EN 50160	56	B.5	Berechnung von Oberschwingungen, Zwischenharmonischen und Gruppen	A-13
6.6.	Bezeichnung der Messgrößen und Phasen	56	B.6	Beurteilung von Oberschwingungen	A-15
7	MESSSCHALTUNGEN	57	B.7	Maßnahmen zur Begrenzung von Oberschwingungen	A-15
7.1	Allgemeine Anschlusshinweise	57	C	EN 50160 NETZSTÖRANALYSE	A-16
7.2	Messungen über die Phaseingänge L1...L4	57	C.1	Allgemeines	A-16
7.2.1	Messungen in Vierleiter- bzw. - Fünfleiter-Drehstromnetzen	58	C.2	Normen zur Beurteilung der Spannungsqualität	A-16
7.2.2	Messungen in Dreileiter-Drehstromnetzen	59	C.3	Merkmale der Spannung gemäß EN 50160 und die Umsetzung im MAVOWATT 50	A-17
7.2.3	Messungen in geteilten Phasen (Split Phase)	60	C.3.1	Mittelwertbildung über Zeitintervalle	A-17
7.2.4	Messungen in Einphasen-Wechselstromnetzen	61	C.3.2	Netzfrequenz	A-17
7.2.5	Messungen in Gleichstrom-Niederspannungsnetzen	62	C.3.3	Langsame Spannungsänderungen	A-18
8.	TECHNISCHE DATEN	63	C.3.4	Schnelle Spannungsänderungen	A-18
9.	WARTUNG UND INSTANDSETZUNG	66	C.3.5	Flicker	A-18
9.1	Wartung Gehäuse	66	C.3.6	Spannungseinbrüche (dips).....	A-20
9.2	Wartung Akkumulator	66	C.3.7	Kurzzeitige netzfrequente Überspannungen (swells)	A-21
9.3	Sicherungen	66	C.3.8	Transiente Überspannung	A-21
9.4	Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung	66	C.3.9	Spannungsasymmetrie	A-22
9.5	Reparatur- und Ersatzteilservice DKD-Kalibrierlabor und Mietgeräteservice	66	C.3.10	Oberschwingungsspannung	A-22
			C.3.11	Spannung von Zwischenharmonischen	A-23
			C.3.12	Signalspannungen	A-23
			C.4	Merkmaltabelle nach EN 50160	A-24
			M	MENÜSTRUKTUR	M-1
			M.1	Menüstruktur im Setup	M-1
			M.1.1	Geräteparameter	M-1
			M.1.2	Messparameter	M-3
			M.1.3	Speicherparameter	M-8
			M.2	Menüstruktur in den Messfunktionen	M-11
			M.2.1	Menü Grundmessgrößen	M-11
			M.2.2	Menu Spektralanalyse	M-12
			M.2.3	Menü Netzqualität	M-15
			M.2.4	Menu Zusammenstellen von Messgrößen	M-17
			M.2.5	Menü Speichern	M-18
			M.2.6	Menü Archiv	M-18

ANHANG

Der Anhang befindet sich auf der beiliegenden CD-ROM

A	LEISTUNGS- UND ENERGIEMESSUNG	A-1
A.1	Allgemeines	A-1
A.2	Beschreibung des Messablaufes	A-1
A.3	Bildung der Grundmessgrößen	A-2
A.4	Abgeleitete Messgrößen	A-3
A.5	Drehstrom – Dreiphasenwechselstrom	A-6
A.6	Energiemessung	A-7
A.7	Messung an Frequenzumrichtern	A-7
A.8	Transientenmessung	A-8
A.9	Sonderfälle der Transientenmessung.....	A-9
A.9.1	Motor-Anlaufstrom	A-9
A.9.2	Motor-Anlaufstrom als RMS-Kurve.....	A-9
A.9.3	Spannungseinbrüche und –unterbrechungen.....	A-10
A.9.4	Spannungseinbrüche und –unterbrechungen als RMS-Kurve	A-10

I. ERSTINSPEKTION

Sofort nach Erhalt Gerät und mitgeliefertes Zubehör auspacken und auf Unversehrtheit überprüfen:

Auspacken

Bei der Handhabung des Gerätes während des Auspackens sind außer der üblichen Sorgfalt bei Umgang mit elektronischen Geräten keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen erforderlich.

Die Transportverpackung ist aus recyclebarem Material und gewährleistet einen für gewöhnliche Transportbeanspruchung ausreichenden Schutz. Verwenden Sie bei Wiederverpackung äquivalentes Verpackungsmaterial.

Sichtprüfung

Vergleichen Sie die auf Verpackung und / oder Gerät angebrachte Typenbezeichnung mit den Angaben auf den Lieferpapieren.

Stellen Sie fest, ob alle Zubehörteile geliefert worden sind (→ Kap. 1.4.1 Mitgeliefertes Zubehör)

Untersuchen Sie die Verpackung sowie die Mechanik von Gerät und Zubehör auf eventuelle Transportschäden.

Reklamationen

Falls Beschädigungen festgestellt werden sollte sofort beim Transporteur reklamiert werden (Verpackung aufbewahren!). Bei sonstigen Mängeln oder wenn eine Reparatur des Gerätes erforderlich ist, benachrichtigen Sie bitte unsere zuständige Vertretung oder wenden Sie sich direkt an die auf der letzten Seite angegebene Adresse.

II. SICHERHEITSHINWEISE

Der Energie- und Netzstörungsanalysator MAVOWATT 50 wurde entsprechend den Sicherheitsbestimmungen IEC EN 61010-1 / VDE 0411 T1 als Gerät der Schutzklasse II mit Funktionstaste (aus EMV-Gründen) gebaut und geprüft. Bei bestimmungsgemäßer Verwendung sind sowohl die Sicherheit der bedienenden Person als auch die des Gerätes gewährleistet. Die Sicherheit ist jedoch nicht garantiert, wenn die Geräte unsachgemäß bedient oder unachtsam behandelt werden.

Um den sicherheitstechnisch einwandfreien Zustand zu erhalten und die gefahrlose Verwendung sicherzustellen, ist es unerlässlich, vor dem Einsatz des Gerätes die in dieser Bedienungsanleitung enthaltenen Warnungen und Sicherheitshinweise zu vollständig zu lesen und sie in allen Punkten zu befolgen. Sie sind durch folgende Überschriften gekennzeichnet:

WARNUNG

Ein Bedienungshinweis, eine praktische Anwendung usw., die unbedingt eingehalten werden muss, um den Sicherheitsschutz des Gerätes zu erhalten und eine Verletzung von Personen zu verhindern.

ACHTUNG

Ein Bedienungshinweis, eine praktische Anwendung usw., die unbedingt eingehalten werden muss, um eine Beschädigung des Gerätes zu vermeiden und den korrekten Betrieb zu gewährleisten.

Die wichtigsten allgemeinen Sicherheitshinweise sind nachfolgend zusammengefasst ausgeführt. Innerhalb der Bedienungsanleitung wird an den zutreffenden Stellen auf diese Warnungen verwiesen.

WARNUNG 1

Bei Betrieb mit Netzversorgung darf das Gerät nur mit angeschlossenem Schutzleiter betrieben werden. Jegliche Unterbrechung des Schutzleiters innerhalb oder außerhalb des Gerätes kann dazu führen, dass das Gerät gefahrbringend wird. Absichtliche Unterbrechung ist untersagt.

Der Netzanschluss erfolgt über ein 3adriges Netzkabel mit Schutzkontaktstecker. Dieser darf nur in eine entsprechende Steckdose mit Schutzkontakt eingeführt werden. Die Schutzwirkung darf nicht durch eine Verlängerungsleitung ohne Schutzleiter aufgehoben werden.

WARNUNG 2

Das Gerät darf nur von Personen bedient werden, die in der Lage sind, Berührungsgefahren zu erkennen und Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.

Berührungsgefahr besteht überall dort, wo Spannungen auftreten können, die größer sind als 50V.

WARNUNG 3

Wenn Messungen durchgeführt werden, bei denen Berührungsgefahr besteht, ist es zu vermeiden, alleine zu arbeiten. In diesem Fall ist eine zweite Person hinzuzuziehen.

WARNUNG 4

Das maximal zulässige Potential

- der Spannungs- bzw. Strommesseingänge gegen Erde und gegeneinander beträgt in Stromkreisen der
 - Überspannungskategorie CAT III 1000 V
 - Überspannungskategorie CAT IV 600V
- an den Digitaleingängen (Rückwandeinsatz) 1 – 8 jeweils 48 V DC.
- Die Überlastfestigkeit der Messeingänge selbst entnehmen Sie bitte den Technischen Daten, → Kap. 8.
- Das maximal zulässige Potential der Hilfsstrom-eingangänge / -ausgänge (Aux. Supply) gegen Erde beträgt 48 V DC.

WARNUNG 5

In Messkreisen mit Koronaentladung (Hochspannung) dürfen Sie mit diesem Gerät keine Messungen durchführen.

WARNUNG 6

Besondere Vorsicht ist geboten, wenn Messungen in HF-Stromkreisen durchgeführt werden. Dort können gefährliche Mischspannungen vorhanden sein.

WARNUNG 7

Es ist unbedingt damit zu rechnen, dass an Messobjekten (z.B. an defekten Geräten) unvorhergesehene Spannungen auftreten können. Kondensatoren können z.B. gefährlich geladen sein.

WARNUNG 8

Messungen bei feuchten Umgebungsbedingungen sind nicht zulässig.

WARNUNG 9

Die Messleitungen sind in einwandfreiem Zustand zu halten, z.B. unbeschädigte Isolation, keine Unterbrechung in Leitungen und Steckern usw.

WARNUNG 10

Wenn angenommen werden muss, dass das Gerät nicht mehr gefahrlos verwendet werden kann, muss es außer Betrieb gesetzt und gegen unabsichtlichen Einsatz gesichert werden.

Mit einer gefahrlosen Verwendung kann nicht mehr gerechnet werden,

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen aufweist,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen,
- nach schweren Transportbeanspruchungen.

WARNUNG 11

Beim Öffnen von Gehäuseabdeckungen können spannungsführende Teile freigelegt werden, solange das Gerät angeschlossen ist.

Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie geräteinterne Abgleiche dürfen nur von einer Fachkraft durchgeführt werden, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut ist.

Sofern möglich, muss das Gerät vor diesen Arbeiten von allen externen Spannungsquellen getrennt werden. Anschließend 5 Minuten warten, damit die internen Kondensatoren sich auf ungefährliche Spannungswerte entladen können.

WARNUNG 12

Beim Austausch defekter Sicherungen dürfen als Ersatz nur Sicherungen des angegebenen Typs und der angegebenen Nennstromstärke (siehe unter Technische Daten bzw. Angaben neben dem Sicherungshalter) verwendet werden.

Jegliche Manipulation an den Sicherungen und am Sicherungshalter („Flicker“ von Sicherungen, Kurzschließen des Sicherungshalters) ist unzulässig.

1 TECHNISCHE BESCHREIBUNG

1.1 Allgemeines

Die Beschreibung der Gerätefunktionen und Bedienschritte in dieser Bedienungsanleitung entsprechen dem Firmwarestand bei Auslieferung ab Werk. Änderungen und Erweiterungen werden ohne Vorankündigung durchgeführt. Ein Firmwareupdate sowie die dazugehörige Bedienungsanleitung können über das Internet herunter geladen werden (→ Kap. 2.ff)

1.2 Verwendung und Einsatzbereich

Der 8-Kanal Energie- und Netzstörungsanalysator Mavowatt 50 misst elektrische Größen in Gleichstromnetzen, sowie in Ein- und Dreiphasen-Wechselstromnetzen beliebiger Belastung. Die breitbandige Messung ist ausgelegt für Frequenzen bis 40 kHz und deckt damit vom Bahnstrom mit 16,7 Hz über Versorgungsnetze mit 50 / 60 Hz bis hin zu Bordnetzen mit bis zu 1 kHz alle Bereiche ab. Acht isolierte Messkreise, je vier für Spannung und Strom, vermeiden Ausgleichsströme und ermöglichen die gleichzeitige Messung der Phasen- und Neutralleiterspannungen und -ströme. Alternativ kann der vierte Kanal durch Anschließen eines geeigneten Messumformers zur Messung anderer physikalischer Größen, wie z. B. der Temperatur eines Transformators/Motors oder der Windgeschwindigkeit an einer Windenergieanlage benutzt werden. Messungen am Ausgang von Frequenzumrichtern sind in weiten Bereichen ebenfalls durchführbar. Darüber hinaus können Messungen von transienten Vorgängen ab 10µs für Spannungen bis 1300 V_p durchgeführt werden.

Das breite Einsatzgebiet geht von der Erfassung, Darstellung und Aufzeichnung von Netzmessgrößen über die Registrierung und Analyse des Energieverbrauchs bis zur Berechnung und statistischen Bewertung der Merkmale der elektrischen Energieversorgung - Spannungsqualität nach EN 50160. Im industriellen Bereich wird das präzise Messgerät zur Ermittlung der charakteristischen Größen von elektrischen Verbrauchern oder Generatoren, sowohl im statischen Zustand als auch bei dynamischen Vorgängen eingesetzt.

Durch seine kompakte Bauform und einen robusten Aufbau ist der MAVOWATT 50 nicht nur für den stationären Betrieb, sondern auch für den mobilen Einsatz geeignet. Während Spannungsausfällen übernimmt der eingebaute Akku mehrere Minuten lang die Versorgung des Messgeräts.

1.3 Funktionale Ausstattung

Konfigurieren

- Klare Menüführung über berührungssensitive Anzeige (Touch Screen) und 4 Drucktasten auf der Frontseite
- Fernbedienung am PC über Ethernet LAN 10/100 mit Internet-Browser.

Messen

- Gleichzeitiges Messen von je vier analogen Spannungs- und Stromsignalen für Gleich- oder Wechselspannungen bis max. 900 V_{eff} durch simultanes Abtasten im 100 kHz-Rhythmus mit 16 Bit Auflösung. Die zweipoligen Eingänge sind potentialfrei und gegeneinander isoliert.
- Vier isolierte Digitaleingänge für Steueraufgaben, z.B. Starten und Stoppen einer Aufzeichnung, Rücksetzen, Zeitsynchronisation.
- Vier potentialfreie Digitaleingänge zur Darstellung von Zuständen, z.B. Betriebszustand von Maschinen, Anlagen und Alarminrichtungen.

Berechnen

- Berechnung der abgeleiteten elektrischen Messgrößen für das Ein- und Dreiphasennetz als Effektivwerte im Takt von minimal 200ms sowie als Extrem- und Mittelwerte im einstellbaren bzw. definierten Zeitintervall:
 - Sternpunkt- und Außenleiterspannungen,
 - Phasen- und Nulleiterströme,
 - Wirk-, Schein-, Blindleistung und -energie,
 - Leistungs- und Scheitelfaktoren, Frequenz
 - Spektrale Anteile von Strom, Spannung und Leistung
 - Berechnung der Merkmale der Netzqualität

Anzeigen

- Numerische und grafische Darstellung von gemessenen und berechneten Messgrößen in vorgegebener Kombination oder in frei wählbarer Zusammenstellung mit über 1000 Messgrößen
- Anzeige von Einstellmenüs in verschiedenen Landessprachen
- Einblenden von Bedien- und Anschluss Hinweisen

Überwachen

- Meldung von Über- und Unterschreitungen der einstellbaren Grenzwerte von vier frei wählbaren Messgrößen durch Umschalten potentialfreier Kontakte und ggf. Ausdrucken der Messwerte auf ein eingestecktes USB- Speichermedium.
- Zeitsynchronisation manuell oder über Internet-Browser.

Steuern

- Ein- und Ausschalten der Registrierung manuell, durch Einstellen der Zeitparameter oder über digitalen Eingang (Optokoppler)

Registrieren und Dokumentieren

Die Messergebnisse können als Dateien

- auf dem internen nichtflüchtigen Flash-Speicher, auf einer einsteckbaren CF-Card (Compact Flash Speicherkarte) oder einem am USB-Port angesteckten Speichermedium (Memory Stick, USB-Festplatte) gespeichert,
- über die LAN- Schnittstelle zu einem PC übertragen und dort mit einer Analysesoftware (*Zubehör*) ausgewertet, archiviert oder an andere Programme exportiert werden.

1.4 Zubehör

1.4.1 Mitgeliefertes Zubehör (M816A)

- 1 MAVOWATT 50 Energie- und Netzstöranalysator
- 1 Kabelset für die Spannungsmesseingänge, bestehend aus 4 Paar Messleitungen (Länge ca. 2 m) mit Prüfspitze und aufsteckbaren Delphinklemmen ¹⁾
- 3 kurze Messleitungen mit 4-mm-Sicherheitssteckern (stapelbar) zur Brückung von Messeingängen ²⁾
- 1 Netzkabel mit Schutzkontakt- und Kaltgerätestecker (gerade)
- 3 Klemmleisten, 4-pol.
- 1 Ethernet-Schnittstellenkabel cross-over
- 1 Stylus (Touch-Stift)
- 1 Transportkoffer (abschließbar) für Gerät und Zubehör
- 1 Bedienungsanleitung
- 1 CD-ROM mit aktueller Bedienungsanleitung, technischem Datenblatt und jeweils aktuellen messtechnischen Hinweisen

¹⁾ Messkategorie CAT IV bei 600V
CAT III bei 900V

²⁾ Messkategorie CAT III bei 300V / 15A

1.4.2 Optionales Zubehör

Strommesszubehör



Typ	Bild	Beschreibung	Max. Leiter Ø	geeignet für		Messbereiche		Eigenabweichung bei Referenzbed. ±[...% v. Mw. + ... A]	Ausgangssignal	Artikelnummer
				Anwendung ^{*)}	Messkategorie	Nennwert	mit MAVOWATT 50 nutzbarer Bereich			
CF3x45	A	3-Phasen-Set flexibler AC-Stromsensor „C-FLEX“, umschaltbar, 10Hz...500Hz, mit Batterie und Netzteil	3x 45 cm Umfang	a, b, c	1000 V CAT III	200 A- 2000 A- 20 kA-	5 ... 200 A- 5 ... 2000 A- 50A- ... 20 kA-	1% + 0,2 A 1% + 2 A 1% + 20 A	10 mV/A 1 mV/A 0,1 mV/A	a. A.
AF033A	B	Flexibler AC-Stromsensor „AmpFLEX“, umschaltbar, 10Hz...20kHz, mit 9V-Batterie (Betriebsdauer ca. 150 h)	45 cm Umfang	(a), b, c	1000 V CAT III	30 A- 300 A-	0,5 ... 30 A- 0,5 ... 300 A-	1% + 0,5 A 1% + 0,6 A	100 mV/A 10 mV/A	Z207A
AF33A	B	Flexibler AC-Stromsensor „AmpFLEX“, umschaltbar, 10Hz...20kHz, mit 9V-Batterie (Betriebsdauer ca. 150 h)	60 cm Umfang	(a), b, c	1000 V CAT III	300 A- 3000 A-	0,5 ... 300 A- 5 ... 3000 A-	1% + 0,6 A 1% + 3 A	10 mV/A 1 mV/A	Z207B
AF101A	B	Flexibler AC-Stromsensor „AmpFLEX“, umschaltbar, 10Hz...20kHz, mit 9V-Batterie (Betriebsdauer ca. 150 h)	120 cm Umfang	(a), b, c	1000 V CAT III	1000 A- 10 kA-	5 ... 1000 A- 50A- ... 10 kA-	1% + 3 A 1% + 20 A	1 mV/A 0,1 mV/A	Z207C
AF11A	B	Flexibler AC-Stromsensor „AmpFLEX“, 10Hz...20kHz, mit 9V-Batterie (Betriebsdauer ca. 150 h)	45 cm Umfang	(a), b, c	1000 V CAT III	1000 A-	5 ... 1000 A-	1% + 3 A	1 mV/A	Z207D
Z821B	C	AC-Zangenstromsensor, 30 Hz...5 kHz	64 mm	a, b, (c)	600 V CAT II	3000 A-	3 ... 3000 A-	0,5% + 1,5 A	0,33 mV/A	Z821B
Z3512A	D	AC-Zangenstromsensor, umschaltbar, 10 Hz...3 kHz	52 mm	a, b, c	600 V CAT III	1 A- 10 A- 100 A- 1000 A-	0,001 ... 1,2 A- 0,01 ... 120 A- 0,1 ... 120 A- 1 ... 1200 A-	0,7 ... 3% + 0,001 A 0,5 ... 1% + 0,002 A 0,2 ... 1% + 0,02 A 0,2 ... 1% + 0,2 A	1000 mV/A 100 mV/A 10 mV/A 1 mV/A	Z225A
WZ11B	G	AC-Zangenstromsensor, umschaltbar, 30 Hz...500 Hz	20 mm	a, (c)	600 V CAT III	20 A- 200 A-	0,5 ... 20 A- 5 ... 200 A-	1 ... 3% + 0,05A 1 ... 3% + 0,5A	100 mV/A 10 mV/A	Z208B
Z13B	E	Aktiver AC-/DC-Zangenstromsensor, umschaltbar, DC...10 kHz, mit 9V-Batterie (Betriebsdauer ca. 50 h)	50 mm	b, c	300 V CAT IV	40 A-/60 A- 400A-/600A-	0,2 ... 40 A-/60 A- 0,5... 400 A-/600A-	1,5% + 0,5 A	10 mV/A 1 mV/A	Z231B
Z201A	F	Aktiver AC-/DC-Zangenstromsensor, DC...20 kHz, mit 9V-Batterie (Betriebsdauer ca. 30 h)	19 mm	b, c	300 V CAT III	20 A-/30 A-	0,01... 20 A-/30 A-	1% + 0,01 A	100 mV/A	Z201A
Z202A	F	Aktiver AC-/DC-Zangenstromsensor, umschaltbar, DC...10 kHz, mit 9V-Batterie (Betriebsdauer ca. 50 h)	19 mm	b, c	300 V CAT III	20 A-/30 A- 200A-/300A-	0,1 ... 20 A-/30 A- 1 ... 200 A-/300 A-	1% + 0,03 A 1% + 0,3 A	10 mV/A 1 mV/A	Z202A
Z203A	F	Aktiver AC-/DC-Zangenstromsensor, umschaltbar, DC...10 kHz, mit 9V-Batterie (Betriebsdauer ca. 50 h)	31 mm	b, c	300 V CAT III	200A-/300A- 1 kA-/1 kA-	1 ... 200 A-/300 A- 1 ... 1000A-/1000A-	1% + 0,5 A	1 mV/A	Z203A
Z860A	H	Ansteckbarer Nebenwiderstand 50 Ω, 0,2%, 1,5 W	-	a, b	600 V CAT III	20 mA	50µA ... 20mA	0,2%	50 mV/mA	Z860A
Z861A	H	Ansteckbarer Nebenwiderstand 1Ω, 0,2%, 1,5 W	-	a, b	600 V CAT III	1 A	1 mA ... 1,2 A	0,2%	1000 mV/A	Z861A
Z862A	H	Ansteckbarer Nebenwiderstand 0,05 Ω, 0,2%, 1,5 W	-	a, b	600 V CAT III	5 A	0,02 ... 6 A	0,2%	50 mV/A	Z862A
Z863A	H	Ansteckbarer Nebenwiderstand 0,01 Ω, 0,2%, 1,5 W	-	a, b	600 V CAT III	16 A	0,1 ... 16 A	0,2%	10 mV/A	Z863A

^{*)} a = Langzeitmessungen

b = Oberschwingungsmessungen

c = Umrichtermessungen

2 INBETRIEBNAHME

2.1 Netzanschluss

Die Versorgung des MAVOWATT 50 erfolgt über ein integriertes Weitbereichsnetzteil mit 80V bis 250V Netzspannung. Der Anschluss des Gerätes an das Versorgungsnetz erfolgt über das im Unterteil eingebaute Komplelement mit Kaltgerätestecker. Es enthält darüber hinaus den Netzschalter und die Sicherungshalter für die Netzsicherungen.

WARNUNG 1 beachten!

Im Mavowatt 50 ist ein Bleigel- Akkumulator integriert. Wird das Gerät beim Einsatz als Netzstöranalysator aus dem zu überwachenden Netz versorgt, übernimmt er bei Netzausfällen < 30 min. die „unterbrechungsfreie Stromversorgung“.

2.1.1 Tauschen der Netzsicherungen

WARNUNG 12 beachten!

WARNUNG!

Trennen Sie vor dem Öffnen des Sicherungshalters das Gerät allpolig vom Messkreis.

Trennen Sie das Gerät vom Netz, indem Sie den Netzstecker ziehen.

- ☞ Öffnen Sie die Abdeckung für die Sicherungseinsätze mit einem Werkzeug (z.B. Schraubendreher) durch Aufhebeln der Abdeckung an der überstehenden Nase.
- ☞ Nehmen Sie die Sicherungshalter (Pfeilaufdruck) heraus.
- ☞ Ersetzen Sie die Sicherungen durch jene mit den gleichen Kennwerten (siehe Leistungsschild oberhalb vom Netzschalter bzw. Kap. 9 Wartung und Instandsetzung
- ☞ Schließen Sie die Abdeckung wieder.

2.1.2 Einschalten des Gerätes

📢 > ON|MENU

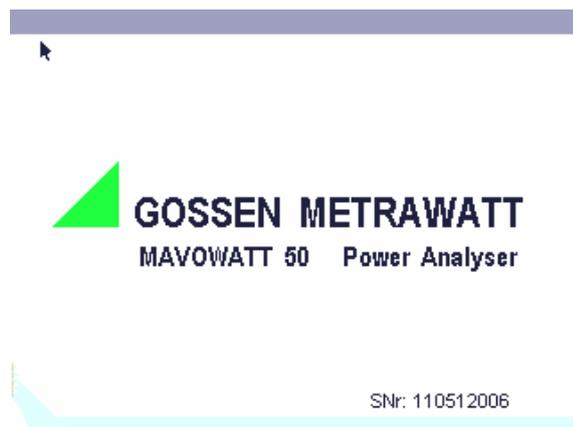
Das Gerät wird über das Versorgungsnetz oder kurzzeitig über den eingebauten Bleigel- Akkumulator versorgt.

- ⇒ Zur Versorgung über das Versorgungsnetz
 - schließen Sie das Gerät über das mitgelieferte Netzkabel an das Versorgungsnetz an.
 - schalten Sie den Netzschalter auf der rechten Seite des Gerätes ein. Eine integrierte Glimmlampe signalisiert die Netzbereitschaft.
 - drücken Sie die Taste ON|MENU.
- ⇒ Zur kurzzeitigen Versorgung über den Akkumulator drücken Sie die Taste ON|MENU.



Nach Drücken der Taste ON| MENU wird mit kurzer Verzögerung der Lüfter eingeschaltet. Während jetzt die Initialisierungsroutine abläuft, werden in der LC-Anzeige der Reihe nach folgende Informationen eingeblendet:

- das Firmenlogo
- die Bezeichnung der Geräteserie (Mavowatt 50)
- die Seriennummer des Gerätes in der Fußzeile rechts



Anschließend wechselt das Gerät in das Hauptmenü und ist bereit zur Bedienung. In der Kopfzeile links wird

- der Ausgabezustand der Firmware angezeigt

2.1.3 Ausschalten des Gerätes

HELP+ESC

- ⇒ Das Gerät wird ausgeschaltet, indem Sie gleichzeitig die Tasten HELP und ESC drücken.
- ⇒ Die Netzversorgung wird ausgeschaltet, wenn Sie den Netzschalter auf der rechten Seite des Gerätes ausschalten.

Hinweis: Schalten Sie das Gerät immer über **HELP+ESC** aus. Damit vermeiden Sie eine Entladung des Akkus. Bei vollständig entladenerm Akku beträgt die Wartezeit für die Wiederinbetriebnahme des Gerätes ca. 30 Minuten.

2.2 Ändern/Erweitern der Gerätesoftware

2.2.1 Allgemeines

Der MAVOWATT 50 lehnt sich in weiten Bereichen seiner Messfunktionen an bestehende Normen an. Vorschriften ändern sich bzw. werden neu erstellt. Aufgrund des modernen Aufbaues mit Flash-Speicherelementen ist auf einfache Weise eine Änderung (Update) oder Erweiterung (Upgrade) der prozessorgesteuerten Gerätefunktionen möglich. Eine neue Firmware kann

- entweder von einem USB-Stick über die vorhandene USB-A- Schnittstelle
- oder über das Internet und die vorhandene Ethernet-LAN- Schnittstelle in das Gerät übertragen werden.

Die Nutzung dieser Möglichkeiten ist konkret vorgesehen

- zur Installation von Firmwareversionen in weiteren Landesprachen in den Bedienmenüs und Hilfetexten,
- zur Aktualisierung der Gerätesoftware nach technischer Weiterentwicklung.

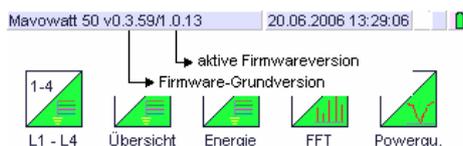
Außerdem erlaubt diese Flexibilität eine kundenspezifische Anpassung an spezielle Anwendungen.

2.2.2 Herunterladen eines Firmware-Updates vom Internet

Das Programm- Update ist im Internet unter der *Firmware IP Adresse* verfügbar. Ein Update wird ausgehend von einer Firmware-Grundversion vorgenommen. Gehen Sie wie folgt vor:

- ☞ Notieren Sie die aktuelle Grundversion Ihres Gerätes. Dazu drücken Sie die Taste *ON|MENU*. Die Anzeige wechselt in das Hauptmenü.

In der Kopfzeile links werden die Typenbezeichnung, die Grundversion und die aktuelle Version angezeigt:



- ☞ Notieren Sie die Firmware IP Adresse. Dazu öffnen Sie die Eingabemaske für das Internet-Protokoll, indem Sie den Key *Setup* und danach *Netzkonfiguration* drücken:



- ☞ Starten Sie den Internet Explorer Browser auf Ihrem PC.
- ☞ Geben Sie die im Gerät festgestellte Firmware IP Adresse ein: `http://213.133.109.3/mw50/`

Am Monitor werden die verfügbaren Firmwareversionen angezeigt:

`update - [Grundversion] – current..`

- ☞ Suchen das passende Update, d.h. die in Ihrem Gerät vorhandene Grundversion upgedated auf „current“. Kopieren Sie die Version auf ein USB- Speichermedium.

Die Programmdatei mit dem Namen `Update-[Grundversion]-current.tar.gz` ist gezippt.

Hinweis:

Sie können das gezippte Programm auf jedes verfügbare Speichermedium kopieren. Für die Übertragung in das Gerät ist jedoch ein USB- Speichermedium erforderlich.

Zum Herunterladen in das Gerät wird die Programmdatei nicht extrahiert. Dieser Vorgang wird vom Gerät vorgenommen.

2.2.3 Programm-Update über die USB-A-Schnittstelle

Die Übertragung vom USB- Massenspeicher in das Gerät erfolgt über die USB-A- Schnittstelle.

Hinweis:

Wenn sich das Programm- Update auf einem anderen Speichermedium (3½“ Diskette, HD, etc.) befindet, kopieren Sie dieses auf einen USB- Massenspeicher.

- ☞ Schließen Sie das am Gerät laufende Messprogramm
- ☞ Steigen Sie in das Administrationsprogramm *Admin* ein. Drücken Sie dazu die Tasten in der Reihenfolge: **ON|MENU > HELP > ON|MENU > PRINT > ON|MENU**
- ☞ Setzen Sie das USB- Speichermedium, auf dem sich das Programm- Update befindet, in die mit USB-A gekennzeichnete Schnittstelle am MAVOWATT 50 ein.
- ☞ Tippen Sie auf den Touch Key *Update*
- ☞ Tippen Sie auf das Untermenü *update USB-Basis*

Das Programm- Update wird geladen. Nach Beendigung erscheint die Meldung „Update erfolgreich“.

- ☞ Tippen Sie den Touch Key *OK*.

Das Gerät wird ausgeschaltet.

- ☞ Starten Sie das Gerät erneut mit der Taste **ON|MENU**.

2.2.4 Vorbereiten zur Programmübertragung über das Internet
 Für die Übertragung eines Firmwareupdates oder einer als Sprachmodul verfügbaren Landessprache in das Gerät ist ein Ethernet- LAN- Anschluss mit bekanntem Internet-Protokoll (TCP/IP) erforderlich. Dieses besteht aus der IP-Adresse des Gerätes, der Subnetzmaske und dem Standardgateway.



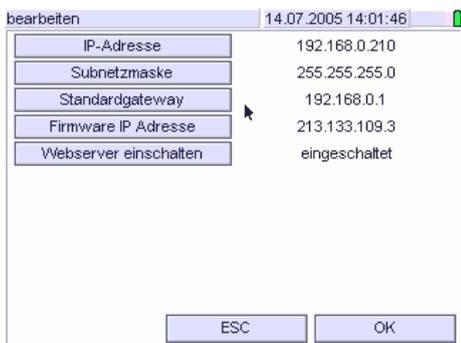
- ☞ Bestätigen Sie die Eingabe mit **OK**. Die Anzeige wechselt in das Hauptmenü.
- ☞ Starten Sie das Gerät neu. Die geänderten Einstellungen für das Internetprotokoll werden aktiviert.

2.2.5 Programmübertragung über das vorbereitete Internetprotokoll

- ☞ Schließen Sie den Mavowatt 45 über den LAN-Anschluss (RJ45-Buchse) an das Netzwerk an (→ Kap. 4.6).
- ☞ Schließen Sie das am Gerät laufende Messprogramm
- ☞ Wechseln Sie mit der Taste **ON/MENU** in das Hauptmenü.
- ☞ Starten Sie über die Soft Keys **Setup** und danach **Update** die Programmübertragung. Sie wird nach vollständiger Übertragung automatisch beendet.
- ☞ Starten Sie das Gerät neu. Im Display wird die Hauptanzeige eingeblendet. Alle weiteren Geräte-, Mess- und Speicherkonfigurationen bleiben erhalten.

Bevor die Übertragung gestartet wird, muss das Ethernet-Protokoll des Mavowatt 50 wie folgt und Ihre Netzwerk-Infrastruktur angepasst werden.

- ☞ Schließen Sie das am Gerät laufende Messprogramm
- ☞ Wechseln Sie mit der Taste **ON/MENU** in das Hauptmenü.
- ☞ Wählen Sie die Eingabemaske für das Internet-Protokoll über die Soft Keys **Setup** und danach **Netzwerk** aus.



- ⇒ Tragen Sie die relevanten Internet-Parameter in die Parameterliste ein.
- ☞ Wählen Sie eine im Netzwerk freie IP-Adresse. Wenden Sie sich an den Systemadministrator, um die geeigneten IP-Einstellungen zu beziehen. Konflikte im Netzwerk können zur Beeinträchtigung im Datenaustausch und zur Beschädigung von Dateien führen.

2.3 Messanschluss

WARNUNGEN 3 bis 9 beachten!

Der MAVOWATT 50 besitzt Anschlüsse für folgende Messeingänge:

- Vier analoge Spannungsmesseingänge U_{L1} , U_{L2} , U_{L3} , U_{L4} für Gleich- oder Wechselspannungen bis max. 600 V (bei Überspannungskategorie CAT IV) bzw. 1000 V (CAT III). Messungen in Mittelspannungsnetzen müssen generell über anlagenseitige Spannungswandler erfolgen! Deren Übersetzungsverhältnis U_{ratio} kann im Setup-Menü Messkonfiguration individuell für jeden Eingang eingestellt werden.

Die zweipoligen Eingänge sind potentialfrei und gegeneinander isoliert, auch gegen den jeweils zugehörigen Strommesseingang. Die Eingangsimpedanz beträgt ca. 4 M Ω .

Anschluss: Je 1 Paar 4-mm-Sicherheitsmessbuchsen rot (High) und schwarz (Low) auf der rechten Geräteseite. Der Spannungsanschluss an das Messobjekt erfolgt üblicherweise mittels den mitgelieferten Messleitungen mit 4-mm-Sicherheitsstecker und Prüfspitzen mit aufsteckbaren Krokodilklemmen.

Anschlussbeispiele siehe unter Kap. → 7.

- Vier analoge Strommesseingänge I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} , I_{L4} ausgeführt als Spannungseingänge (Messbereiche siehe unter Technische Daten) zum Anschluss von Strommesswiderständen (Shunts) oder (Zangen)-Stromwandlern mit Spannungsausgang bzw. gebürdeten Stromwandlern. Deren Übersetzungsverhältnis I_{ratio} kann im Setup-Menü Messkonfiguration individuell für jeden Eingang eingestellt werden.

Die zweipoligen Eingänge sind potentialfrei und gegeneinander isoliert, auch gegen den jeweils zugehörigen Spannungsmesseingang. Die Eingangsimpedanz beträgt ca. 11 k Ω .

Anschluss: Je 1 Paar 4-mm-Sicherheitsmeßbuchsen rot (High) und schwarz (Low) auf der rechten Geräteseite.

Anschlussbeispiele siehe unter Kap. → 7.

- Vier digitale isolierte Eingänge Status IN a, b, c, d für Steueraufgaben, z.B. Starten und Stoppen einer Aufzeichnung sowie Rücksetzen der Intervallmessdaten mit dem Synchronisierimpuls.

Die einpoligen Eingänge mit gemeinsamer Masse (S_0 -kompatibel, max. 30V= gegen ISO/comm) sind potentialfrei und gegeneinander funktionsisoliert.

- Vier digitale Eingänge Control IN e, f, g, h zur Darstellung von Zuständen, z.B. Betriebszustand von Maschinen, Anlagen und Alarmeinrichtungen.

Die einpoligen Eingänge mit gemeinsamer Masse (TTL-kompatibel) sind potentialfrei.

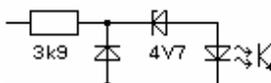
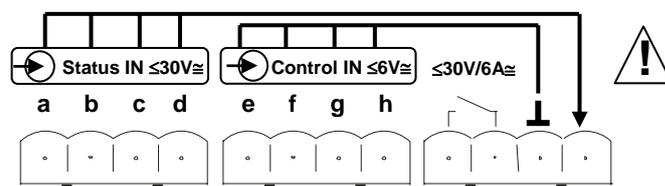
Die digitalen Eingänge erfordern ein binäres Signal erzeugt aus einer externen Hilfsspannungsquelle.

Signalpegel

Pegel	Status IN		Control IN	
	Spannung	Strom	Spannung	Strom
low	< +4V (max -30V)	0 mA @ 0...+4V	<	
high	> +12V (max +30V) nominell 24V	2,6 mA @ +12V 6 mA @ +24V	> +4 V (max. +6V)	

Anschluss: Über Leiterplattenstecker an der Geräte rückwand und Klemmleisten für Kabelmontage sowie anwendungsspezifisch zu konfektionierendes Signalkabel.

Kontaktbelegung (Ansicht von der Rückseite):



Innenschaltung der isolierten Digitaleingänge

ACHTUNG!

Das Anlegen einer Spannung über 48 V an die digitalen Eingänge Status IN, Control IN oder den Alarmausgang kann zur Beschädigung des Gerätes führen.

Funktionen der Digitaleingänge:

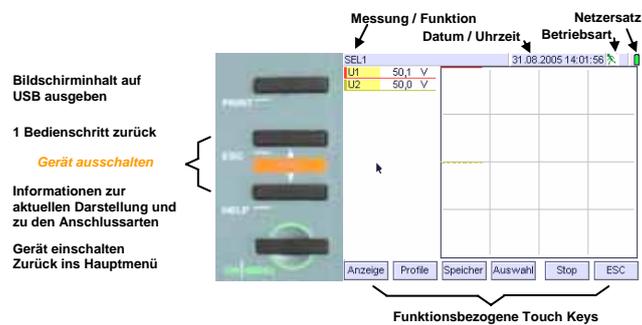
Digitaleingang	Funktion	Wertebereich
Status IN a	Zähleingang a, S0-kompatibel / digitaler Zustand a	Zähler: max. 200 Hz Zustand: 0/1
Status IN b	Zähleingang b, S0-kompatibel / digitaler Zustand b	
Status IN c	Zähleingang c, S0-kompatibel / digitaler Zustand c	
Status IN d	Zähleingang d, S0-kompatibel / digitaler Zustand d	
Control IN e	digitaler Zustand Eingang e	0 / 1
Control IN f	digitaler Zustand Eingang f	0 / 1
Control IN g	digitaler Zustand Eingang g	0 / 1
Control IN h	digitaler Zustand Eingang h	0 / 1

Zur korrekten Berechnung von AC-Messgrößen muss das Gerät kontinuierlich die Periodendauer (Frequenz) des Messsignals ermitteln. Deren Erfassung erfolgt im Spannungsmesseingang L1. Bei Ausfall wird die Frequenz im Spannungsmesseingang L2, und bei dessen Ausfall in L3 gemessen. Fallen alle drei Spannungsmesseingänge aus, wird die über das Setup-Menü eingestellte Frequenz (Nennfrequenz) verwendet. Es wird empfohlen, bei Spannungs- und/oder Strommessungen in einer beliebigen Phase die Spannung U_1 immer anzuschließen.

3 BEDIEN- UND ANZEIGEELEMENTE

3.1 Allgemeines

Das Bedienfeld auf der Oberseite des Gerätes enthält einen Farb-Bildschirm mit berührungsempfindlicher Oberfläche (Touch Screen) und links davon 4 Drucktasten. Der Benutzer bedient das Gerät durch Berühren der virtuellen Tasten des Bildschirms (Touch Keys) mit dem mitgelieferten Stylus (Eingabe-Stift) oder dem Finger, in Kombination mit den Drucktasten. Die Menüführung ist auf Symbole aufgebaut, die leicht verstanden werden. Damit werden die gewünschten Messarten, Funktionen und Parameter eingestellt. Am eingebauten Farb-Bildschirm werden sämtliche für die Messungen und Einstellungen erforderlichen Messwerte, Messgrößen und Informationen zur Anzeige gebracht.



Taste	Bezeichnung	Funktion
ON MENU	Menütaste	- Gerät einschalten - Öffnen der ersten Ebene des Einstellmenüs (Hauptmü)
HELP	Hilfe	Aktivieren oder Verlassen des Hilfe- Menüs. Es werden Bedien- und Anschluss-hinweise zur aktuellen Messung angezeigt.
ESC	Escape	Jeweils eine Ebene zurück im Einstellmenü
PRINT	Druck	Ausgabe des aktuellen Bildschirm-inhaltes oder eines Dokumentes auf das angeschlossene USB- Speichermedium.
HELP+ESC	OFF	Gerät ausschalten. Eine laufende Messung wird geschlossen.

☞ Wenn mehrere Menüebenen vorhanden sind, kehren Sie unter Umgehung der dazwischen liegenden Menüebenen mit dem Soft Key Return vom aktuellen Einstellmenü direkt in den zuletzt eingestellten Messmodus zurück.

3.2 Tastenfunktionen

Mit einem kurzen Tastendruck (Klick) auf die Drucktaste **ON|MENU** wird das *Hauptmenü* geöffnet, in dem die Messfunktionen ausgewählt werden und der Wechsel in das Einstellmenü (Setup) erfolgt. Die weiteren Einstellungen werden durch Tippen der in der LCD-Anzeige eingeblendeten Schaltflächen (Touch Keys) in der durch die Menüführung vorgegebenen Reihenfolge vorgenommen.

Gewählte Einstellungen der Mess- und Geräteparameter werden in eine Parameterliste eingetragen. Sie bleiben auch nach Ausschalten des Gerätes erhalten.

Mit der Taste **HELP** wird das Hilfe-Menü geöffnet, das Informationen zur aktuellen Einstellung von Gerät und Messparametern enthält. Zusätzlich kann die Anschlusskonfiguration zur aktuellen Messung angezeigt werden. Das Hilfe- Menü wird durch Tippen der Taste **ESC** wieder geschlossen.

Durch Tippen der **ESC**-Taste

- im Setup-Menü wechselt die Anzeige von der aktuellen Menüebene in die jeweils unmittelbar vorhergehende.
- im Messmodus wechselt die Anzeige in das Hauptmenü.

Ein kurzer Tastendruck auf die Taste **Print** löst den Ausdruck des aktuellen Bildschirm-inhaltes oder eines Dokumentes auf das angeschlossene USB- Speichermedium aus.

3.3 LC-Anzeige

☞ Verwenden Sie für die Bedienung des Bildschirms keine spitzen, scharfen Gegenstände (Nägel, Schrauben, spitze Werkzeuge etc.). Die Reinigung erfolgt mit einem feuchten Tuch oder Bildschirm-Putzmittel.

Die Darstellung auf der berührungsempfindlichen Schicht der Anzeigeeinheit wird dem aktuellen Betriebszustand angepasst. Grundsätzlich verfügt das Gerät über zwei verschiedene Darstellungsformen:

Im **Messmodus** ist die Anzeige funktional in drei Felder geteilt:

- In der **Kopfleiste** werden Informationen zum aktuellen Betriebszustand (Messfunktion, Datum, Uhrzeit, Betriebsart sowie der Ladezustand des Netzersatzes angezeigt.
- In der **Hauptanzeige** werden die Messwerte und Messabläufe dargestellt und im festen Zeitabstand (Zykluszeit, 1 Sekunde) aktualisiert. Die Darstellung erfolgt in alphanumerischer oder grafischer Form.
- In der **Fußleiste** werden die funktionsbezogenen Schaltflächen (Touch Keys) zur Einstellung ausgewählter Betriebsparameter eingeblendet.
- Ein **gelb hinterlegtes Feld** weist auf weitere Bedienungsmöglichkeiten für die jeweilige Messfunktion hin.

Die Beleuchtung der Anzeige wird nach ca 5 Minuten ausgeschaltet, wenn das Gerät nicht bedient wird. Sie wird wieder eingeschaltet

- durch Tippen auf eine beliebigen Punkt in der LC-Anzeige
- durch Drücken einer beliebigen Taste links von der LC-Anzeige.

Bedeutung der Betriebsartenanzeige

Symbole für die Anzeige der Betriebsart

Anzeige	Bezeichnung	Bedeutung	siehe Kapitel
	Sample	Das Gerät misst und aktualisiert die angezeigten Messwerte im 1-Sekunden-Takt.	
	Hold	Die LC-Anzeige wird nicht aktualisiert, der Messvorgang wird jedoch fortgesetzt	
	Retrieve	Aufgezeichnete Messreihen werden vom gewählten Speichermedium (interner Speicher, CF-Card oder USB-Memory) auf die LC-Anzeige ausgelesen.	

Symbole für den Speichermodus

Anzeige	Bezeichnung	Bedeutung	Bemerkung
	Memory	Auf dem gewählten Speichermedium werden Messdaten gespeichert. Die gewählte Funktion kann nicht verlassen werden	Die Messwerte werden im gewählten Zeitabstand gespeichert
	Speichert	- Speichern von Messdaten aktiv. - Daten werden auf ein externes Medium kopiert.	Das externe Speichermedium darf nicht aus dem Gerät genommen werden
	Enable	Auf dem gewählten Speichermedium werden die Messdaten nach Eintreten eines Triggerereignisses gespeichert.	Die Messwerte werden ereignisgesteuert gespeichert

Symbole für die Batterieanzeige

Anzeige	Bezeichnung	Bedeutung	Bemerkung
	Netzbetrieb	Gerät läuft vom Netz	Batterie voll
	Netzbetrieb	Gerät läuft vom Netz	Batterie wird geladen
	Batteriebetrieb	Gerät läuft von Batterie	Batterie wird entladen
	Batteriebetrieb	Gerät läuft von Batterie	Batterie fast leer, Gerät schaltet bald ab

Im **Einstellmodus** sind die Symbole für die Einstellparameter über die Hauptanzeige verteilt. Den Symbolen ist ein fester Platz zugewiesen. Funktionell zusammengehörige Parameter sind in einem Einstellmenü zusammengefasst. In der Kopfleiste wird die Bezeichnung des aktuellen Einstellmenüs angezeigt.



3.4 Menüführung

Zur Menüführung dienen die folgenden optischen Anzeigen:

- Ein **Icon** in der Hauptanzeige symbolisiert eine Mess- oder Einstellfunktion
- Ein **Touch Key** in der Fußleiste weist auf eine Einstellfunktion im aktuellen Mess- oder Einstellmodus hin.
- Ein **markiertes Feld** in der Hauptanzeige hebt das aktive Einstellfeld hervor.
- Das **Hilfe-Menü**. Es wird durch Tippen der Taste **HELP** in jeder beliebigen Darstellung aktiviert. Anstelle der aktuellen Darstellung werden Bedienungshinweise zur aktuell gewählten Funktion eingeblendet. Durch Drücken der Taste **ESC** wird das Hilfemenü geschlossen. Die Anzeige wechselt in die vorhergehende Darstellung.

4. EINSTELLEN VON BETRIEBSPARAMETERN

4.1 Menüstruktur

Das Einstellmenü für die Betriebsparameter umfasst die beiden Betriebsarten Messmodus und Einstellmodus mit jeweils mehreren Einstellbenen. Funktionell zusammengehörende Parameter sind jeweils auf einer Seite zusammengefasst.

Mess- und Speicherprofil sind Parameterdateien mit definierbaren Einstellungen. Es sind jeweils bis zu 6 verschiedene Parameterdateien möglich. Bei Wechsel des Messortes kann somit unter Umgehung der Einstellprozedur für eine Vielzahl von Parametern rasch auf eine definierte Zusammenstellung von Mess- und Speicherparametern zugegriffen werden.

Im Messmodus können über die funktionsbezogenen Eingabefelder (Touch Keys) in der Fußzeile neben der Anzeigeart ausgewählte Messparameter (Messprofil, Speicherprofil, Messung starten / stoppen) direkt angewählt werden. Mess- und Geräteparameter einer Parameterdatei gelten für alle Messfunktionen. Wird später in einer beliebigen Messfunktion ein Mess- oder Geräteparameter geändert, gilt diese Änderung auch für alle anderen Messfunktionen.

Mit der Taste ON|MENU gelangen Sie in den Einstellmodus. Die Anzeige wechselt von der Darstellung der aktuellen Messung in die Hauptanzeige. Hier werden die Symbole für die Messfunktionen und das Setup Menü dargestellt. Darüber hinaus kann auf die Speicherfunktionen sowie das Speicherarchiv zugegriffen werden



- ⇒ In der Kopfleiste links wird das aktuelle Einstellmenü eingeblendet.
- ⇒ In der Kopfzeile rechts werden Datum, Uhrzeit und der Ladezustand des Netzersatzes dargestellt.
- ⇒ Die Hauptanzeige zeigt die Symbole der Messfunktionen, für das Setup, die Speicherfunktionen und das Speicherarchiv.

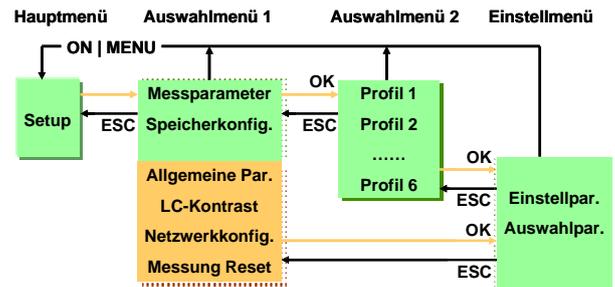
Durch Tippen des Soft Keys, der die gewünschte Funktion repräsentiert, wird die *erste Ebene des Auswahlmenüs* geöffnet.

Ausnahme: In den Messfunktionen SEL1 bis SEL5 wird kein Auswahlmenü angezeigt.

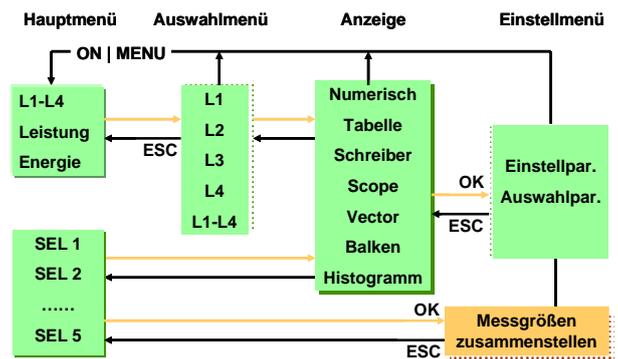
- im Messmodus die jeweilige Messfunktion in der zuletzt gewählten Darstellungsart angezeigt
- im Einstellmodus in die zweite Auswahl- bzw. Einstell Ebene gewechselt.

Die *zweite Einstellbene* umfasst die Auswahl von Mess- und Geräteparametern (Einstellmodus) bzw. einer Darstellungsart (Messmodus).

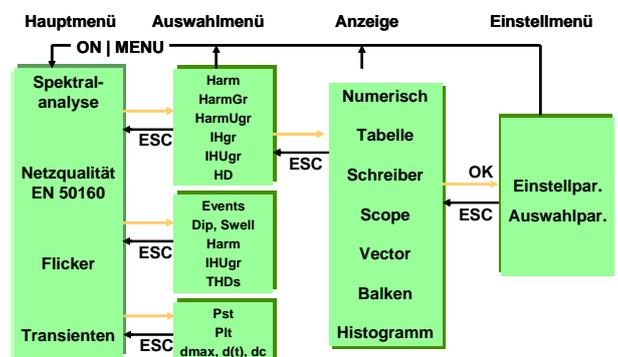
In der *dritten Einstellbene* können einzelne funktionsrelevante Einstellparameter geändert (editiert) werden.



Menüstruktur im Einstellmenü



Menüstruktur für Leistungs- und Energiemessung



Menüstruktur für Spektral-, Netzstör- und Flickeranalyse

4.2 Einstellprozedur von Betriebsparametern

Dieser Abschnitt beschreibt die prinzipielle Bedienprozedur zur Einstellung von Messfunktionen und Betriebsparametern in den beiden Betriebsarten Messmodus und Einstellmodus. In den Darstellungen zu den Bedienschritten sind nur jene Bedienelemente dargestellt, die für die Einstellung erforderlich sind.

Grundsätzlich stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung, Betriebsparameter auszuwählen. In diesem Kapitel wird in der Hauptsache die Auswahl über das Menü Setup beschrieben.

4.2.1 Einschalten des Gerätes

 > ON|MENU

Am Display wird zunächst das Firmenlogo eingeblendet. Danach wechselt die Anzeige in das Hauptmenü.

Hinweis: Bei Unterbrechung der Netzversorgung wird das Gerät über den internen Akkumulator versorgt. Eine laufende Messung wird daher nicht unterbrochen.

4.2.2 Wechseln in das Einstellmenü

Setup > [Einstellmenü] > edit

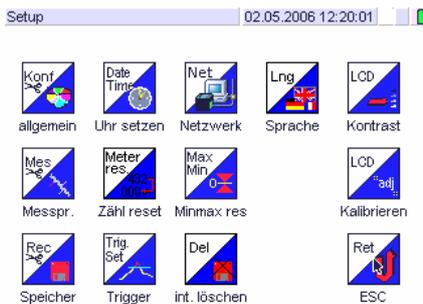
Für Mess- und Speicherparameter gilt:

Setup > [Einstellmenü] > Auswahlmenü > edit

 Tippen Sie die Taste ON|MENU. Im Display wird das Hauptmenü angezeigt.



Tippen Sie den Touch Key *Setup*. Die Anzeige wechselt in das Auswahlmenü *Setup*.



Werden keine Änderungen der Mess- und Geräteparameter vorgenommen, kann das Auswahlmenü mit dem Touch Key *ESC* bzw. den Drucktasten *ESC* oder *ON|MENU* wieder verlassen werden.

 Tippen Sie auf das Symbol für das gewünschte Einstellmenü.

Für die Einstellmenüs *Messpar.*(ameter) und *Speicher*(parameter) wird die Seite mit den Mess- bzw. Speicherprofilen angezeigt.

Das aktuelle Mess- bzw. Speicherprofil ist mit einem Punkt  im Button gekennzeichnet.



 Bestätigen Sie das gewünschte Mess- bzw. Speicherprofil mit Tippen auf den entsprechenden Button. Das ausgewählte Mess- bzw. Speicherprofil wird mit einem Punkt  im Button gekennzeichnet.

 Mit *OK* kehren Sie in das Auswahlmenü Setup zurück.

 Mit *Edit* öffnen Sie das Einstellmenü für die gewählte Mess- bzw. Speicherkonfiguration.

Alle weiteren Einstellmenüs werden ohne Zwischenschritt über ein Parameterprofil direkt geöffnet.

4.3 Einstellen der Geräte-, Mess- und Speicherparameter

4.3.1 Einstellen von Parametern mit numerischen Variablen

 Im Einstellmenü Öffnen Sie mit dem mitgelieferten Stylos (oder mit dem Finger) das numerische Eingabefeld für den gewünschten Einstellparameter.



Geben Sie die Zahl in das Zahlenfeld ein.

 Bestätigen Sie die geänderte Einstellung mit dem Touch Key *Enter*. Das Eingabefenster wird geschlossen.

4.3.2 Datum und Uhrzeit einstellen

Datum und Uhrzeit können länderspezifisch angezeigt werden. Die länderspezifische Anzeige wird üblicherweise nur einmal vorgenommen, sie ist daher dem *Setup-Geräteparameter* zugeordnet. Die Einstellung von Datum und Uhrzeit erfolgt in einem eigenen Einstellmenü:

Länderspezifische Einstellung des Datum-/ Zeitformates



Öffnen Sie mit dem mitgelieferten Stylos (oder mir dem Finger) das Auswahlnenü *Geräteparameter bearbeiten*.

Öffnen Sie das Einstellmenü *Datum / Zeitformat*



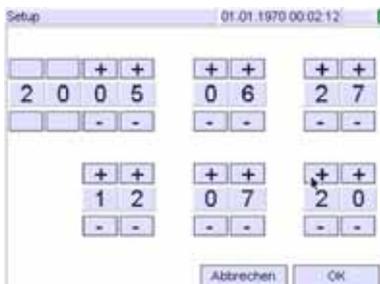
Wählen Sie das gewünschte Zeitformat. Die Anzeige kehrt in das Auswahlnenü *Geräteparameter bearbeiten* zurück.

OK Mit *OK* wechseln Sie in das Setup-Auswahlnenü

Einstellen von Datum und Zeit



Öffnen Sie mit dem mitgelieferten Stylos (oder mit dem Finger) das Einstellmenü *Date / Time*.



Geben Sie das aktuelle Datum und die aktuelle Uhrzeit ein

OK Mit dem Touch Key *OK* bestätigen Sie die Einstellung. Die Anzeige wechselt in das Setup-Menu.

4.3.3 Einstellen von Parametern mit Text- und numerischen Variablen

Öffnen Sie mit dem mitgelieferten Stylos (oder mit dem Finger) das alphanumerische Eingabefeld.



Geben Sie die Textvariable in das Textfeld ein. Der eingegebene Text wird in der Kopfzeile unterhalb der Bezeichnung für das Eingabemenü angezeigt.

Mit dem Touch Key *Shift* wechselt das Eingabefeld zwischen Groß- und Kleinbuchstaben. Die Eingabe wird unterhalb der Kopfzeile entsprechend angezeigt.

Bestätigen Sie die geänderte Einstellung mit dem Touch Key *Enter*. Das Eingabefenster wird geschlossen.

Der gleiche Vorgang wird für alle Einstellparameter vorgenommen, die geändert werden sollen.

4.3.4 Rückkehren in die vorhergehenden Menüebenen und in die Hauptanzeige

ESC Mit der *ESC*-Taste wechseln Sie in die vorhergehende Menüebene Messprofil. Durch nochmaliges Tippen der *ESC*-Taste wird das Konfigurationsmenü angezeigt.

OK Mit dem Touch Key *OK* wechseln Sie vom Einstellmenü direkt in das Konfigurationsmenü.

Hinweis: Mit Tippen der Taste *ON|MENU* in jeder Menüebene wechselt die Anzeige in das Hauptmenü.

4.4 Beschreibung der Betriebsparameter

Das **Gerät** wird durch Geräteparameter beschrieben, die vom Benutzer eingestellt werden können. Eine Ausnahme ist die Seriennummer, die vom Hersteller vergeben wird.

Geräteparameter gelten für alle Messungen.

Eine **Messung** wird beschrieben durch die Kombination aus

- der Auswahl eines Messprofils
- der Auswahl eines Speicherprofils und
- einer Auswahl von Messgrößen (gilt nur für SEL1-5)

Mess- und Speicherparameter gelten für die jeweils aktuelle Messung.

Das Setup ist in Menügruppen mit zugeordneten Einstellmenüs unterteilt:

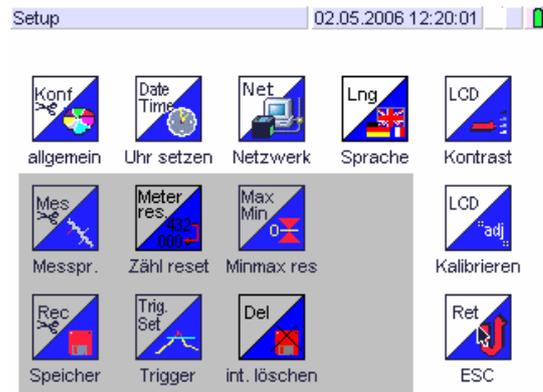
Menügruppe	Einstellmenüs
Geräteparameter (Geräteprofil)	Allgemein - Uhr setzen – Netzwerk – Sprache – Kontrast – justieren (kalibrieren)
Messparameter (Messprofil)	Messprofil – Zähler reset – MinMax reset
Speicherparameter (Speicherprofil)	Speicherprofil – Trigger set – interner Speicher löschen

Mit den Messdaten wird auch die zugehörige Gerätekonfiguration gespeichert. Sie wird für eine nachfolgende Messanalyse verwendet.

Messgrößen, die den gesamten Messzeitraum charakterisieren, haben Speicherfunktion (Schleppzeiger). Diese müssen zu Beginn einer neuen Messung zurückgesetzt werden. Dazu gehören die im Messzeitraum akkumulierten Zählwerte (z. B. Energie) sowie die Extremwerte. Sie werden den Messparametern zugeordnet.

Nichtflüchtige Speicherinhalte (interner Speicher) werden in einem gesonderten Menu gelöscht. Des Weiteren ist für eine neue Messung die Einstellung des Triggers entsprechend anzupassen. Aufgrund der Beziehung (speichern von Intervallmessdaten) werden diese Parameter den Speicherparametern zugeordnet.

4.4.1 Setup – Allgemeine Einstellparameter



Individuell vom Benutzer definierbare Parameter sind im Auswahlmenü *Allgemein* zusammengefasst.

Einstieg in das Auswahlmenü: [Setup > allgemein > edit](#)
 Speichern der Einstellung: **OK**



Die allgemeinen Geräteparameter *Uhr setzen – Netzwerk – Sprache – Kontrast – Justieren* werden über eigene Einstellmenüs eingestellt.

Einstieg in das Auswahlmenü: [Setup > \[Parameter\] > edit](#)
 Speichern der Einstellung: **OK**

Setup – Parameter für Geräteparameter

	Parameter	Beschreibung	Wertebereich	Fabriks einstellung	Bemerkung
Allgemein	Gerätename	Individuelle Bezeichnung für das Messgerät	alphanumerisch	Mavowatt 50	max. 25 Zeichen
	Benutzername	Individueller Benutzername (z.B. Firma, Abteilung, Benutzer)		Gossen- Metrawatt	max. 25 Zeichen
	Datum / Zeitformat	Aktuelles Datum im gewählten Datumsformat	TT.MM.JJJJ / hh:mm:ss JJJJT.MM.TT / hh:mm:ss MM.TT.JJJJ / hh:mm:ss	TT.MM.JJJJ / hh:mm:ss	Achtung! Die Änderung wird erst nach einem Neu- start des Gerätes wirksam
Uhr setzen	Datum	Aktuelles Datum im gewählten Datumsformat	01.01.2005.. 31.12.2099	Aktuelles Datum	
	Uhrzeit	Aktuelle Uhrzeit im Format hh:mm:ss	00:00:00 ... 23:59:59	Aktuelle MEZ	Angezeigt wird hier die Uhrzeit zum Zeitpunkt des Einstellmenü-Aufrufs
Netzwerk	IP-Adresse	IP-Adresse des Gerätes		192.168.0.210	
	Subnetzmaske	IP-Adresse zur Geräteidentifikation		255.255.255.0	Trennt eine IP-Adresse in einen Netzwerk- und einen Geräte- bzw. Hostteil. Damit können Routingent- scheidungen getroffen werden
	Standardgateway	IP-Adresse des Routers		192.168.0.1	
	Firmware IP Adresse	IP-Adresse des Web-Servers. Nur für Firmwareup- dates erforderlich.		213.133.109.3	
	Webserver einschalten	Aktivieren des Webserver	ja / nein	Nein	
Sprache	Sprache	Dialogsprache für Menüführung und Hilfetexte	Deutsch Englisch	Deutsch	Gilt nur für implementierte Hilfetexte
Kontrast	Kontrast	Anpassen des LC-Kontrastes an Lichtverhältnisse und Blickwinkel	00 ...50		Veränderung des Kontrastes mit den Cursortasten \blacktriangledown \blacktriangle
Kalibrieren	Kalibrieren	Positionieren des drucksensitiven Bereiches des LC Displays auf die Mitte der Buttons	3 Punkt		

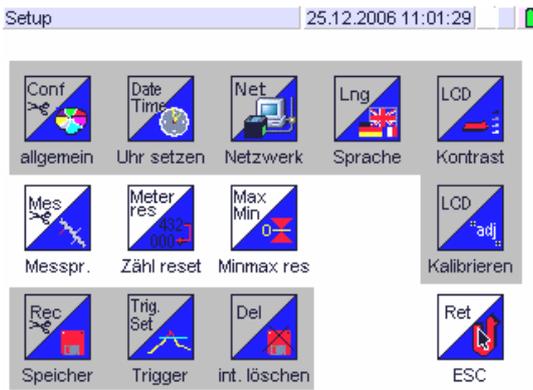
4.4.2 Messparameter

Auswählen: [Setup](#) > [Messpr.](#) > [Messprofil](#) > [edit](#)

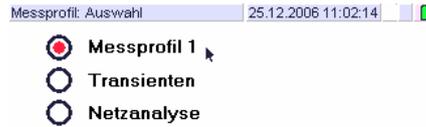
Dieses Einstellmenü verfügt über sechs Menüseiten, auf denen die Faktoren und Parameter für die verfügbaren Messfunktionen eingestellt werden. Zusammengehörende Parameter sind jeweils auf einer bzw. unmittelbar aufeinander folgenden Displayseiten zusammengefasst.

Die ausgewählten Messparameter werden in Parameterdateien abgelegt. Bis zu sechs verschiedene Parameterdateien sind möglich.

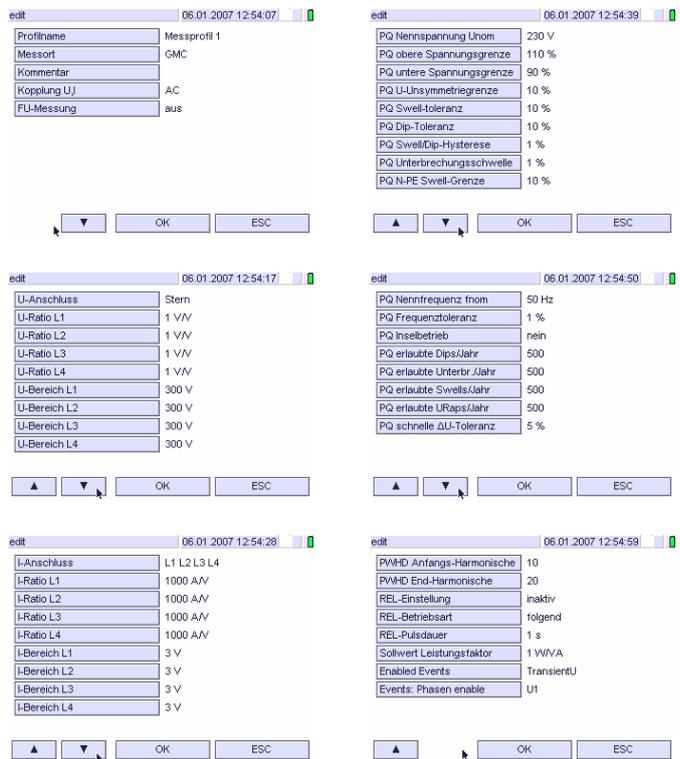
Mit den Messdaten wird auch die zugehörige Messparameterkonfiguration gespeichert. Sie wird für eine nachfolgende Analyse der Messdaten verwendet.



Einstieg in das Auswahlmenu: [Setup](#) > [Messpr](#) > [Messprofil](#) /
 Messprofil editieren: [Messprofil](#) > [edit](#)
 Speichern der Einstellung: [OK](#)



Auswahlmenu Messprofil



Einstellmenu Messparameter

Setup-Parameter im Einstellmenü Messparameter

	Parameter	Beschreibung	Wertebereich	Fabriks einstellung	Bemerkung
Bezeichnung der Messung	Profilname	Name unter dem die nachfolgenden Parameter gespeichert werden	max. 24 Zeichen	Messprofil $n+1$	n = Anzahl der bereits vorhandenen Messprofile
	Messort	Bezeichnung für den Messort oder die Messaufgabe	max. 24 Zeichen	leer	Eingabe optional
	Kommentar	Beschreibung der Messaufgabe, der verwendeten Wandler, Grenzwerte etc. (Eingabe optional)	max. 5 Zeilen à 50 Zeichen	leer	
	Kopplung Messeingänge	Kopplungsart für alle U- und I-Messeingänge: AC = nur Wechselspg. / AC+DC = Wechsel- und Gleichspg.	AC, AC+DC	AC+DC	Bei AC+DC liegt eine R-Kopplung vor, sodass der Frequenzbereich bei DC beginnt. Die AC -Kopplung ist eine C-Kopplung, bei der DC- Eingangssignale nicht übertragen werden. Das obere Ende des Frequenzbereiches ist für beide Kopplungsarten gleich.
	FU-Messung	Messart für Frequenzumrichter	aus / ein	aus	- Die Schaltfrequenz muss im Bereich 1,5 ... 30 kHz und die Nutzfrequenz zwischen 10 Hz und 100 Hz liegen. - Die Erfassung des Motorstromes erfolgt galvanisch entkoppelt, z.B. mittels (Zangen-)Stromsensoren

Setup-Parameter im Einstellmenü Messparameter

	Parameter	Beschreibung	Wertebereich	Fabriks einstellung	Bemerkung
U-Parameter	U-Anschluss	Anschlussart der U-Messeingänge L1, L2, L3: Stern = Phase-Neutral / Dreieck = Phase-Phase	Stern / Dreieck	Stern	Bei eingestellter Messung Dreieck erfolgt am L2-Strommess-Eingang keine Messung. Der für I2 angezeigte Messwert sowie die daraus abgeleiteten Messgrößen werden nach dem Prinzip der Zweiwattmetermethode (Aronschialtung) berechnet.
	U-Ratio L1	Skalierungsfaktor für den U-Messeingang L1 (= U-Wandlerübersetzung Uprimär/Usekundär)	0,950 ... 99999 V/V	1,000 V/V	
	U-Ratio L2	Skalierungsfaktor für den U-Messeingang L2 (= U-Wandlerübersetzung Uprimär/Usekundär)	0,950 ... 99999 V/V	1,000 V/V	
	U-Ratio L3	Skalierungsfaktor für den U-Messeingang L3 (= U-Wandlerübersetzung Uprimär/Usekundär)	0,950 ... 99999 V/V	1,000 V/V	
	U-Ratio L4	Skalierungsfaktor für den U-Messeingang L4 (= U-Wandlerübersetzung Uprimär/Usekundär)	0,950 ... 99999 V/V	1,000 V/V	
	U-Bereich L1	Messbereich des U-Messeingangs L1 in Veff (Grenzwert für Vspitze = Veff x 1,5)	900 V 600 V 300 V 150 V	300 V	Gilt für alle Spannungsmesseingänge unter Berücksichtigung von Uratio
	U-Bereich L2	Messbereich des U-Messeingangs L2 in Veff (Grenzwert für Vspitze = Veff x 1,5)	900 V 600 V 300 V 150 V	300 V	Gilt für alle Spannungsmesseingänge unter Berücksichtigung von Uratio
	U-Bereich L3	Messbereich des U-Messeingangs L3 in Veff (Grenzwert für Vspitze = Veff x 1,5)	900 V 600 V 300 V 150 V	300 V	Gilt für alle Spannungsmesseingänge unter Berücksichtigung von Uratio
U-Bereich L4	Messbereich des U-Messeingangs L4 in Veff (Grenzwert für Vspitze = Veff x 1,5)	900 V 600 V 300 V 150 V	150 V	Gilt für alle Spannungsmesseingänge unter Berücksichtigung von Uratio	
I-Parameter	I-Anschluss	Aktive I-Messeingänge: - L1, L2, L3, L4 - L1, L2, L3 - L1, L3, L4	L1 L2 L3 L4 L1 L2 L3 L1 L3 L4	1000 A/V	- Alle Messeingänge gemessen - L4 berechnet: $L4 = \Sigma(L1+L2+L3)$ - L2 berechnet: $L2 = \Sigma(L1+L2)$
	I-Ratio L1	Skalierungsfaktor für den I-Messeingang L1 (= I-Wandlerübersetzung Iprimär/Usekundär)	0,000 ... 99999 A/V	1000 A/V	
	I-Ratio L2	Skalierungsfaktor für den I-Messeingang L2 (= I-Wandlerübersetzung Iprimär/Usekundär)	0,000 ... 99999 A/V	1000 A/V	
	I-Ratio L3	Skalierungsfaktor für den I-Messeingang L3 (= I-Wandlerübersetzung Iprimär/Usekundär)	0,000 ... 99999 A/V	1000 A/V	
	I-Ratio L4	Skalierungsfaktor für den I-Messeingang L4 (= I-Wandlerübersetzung Iprimär/Usekundär)	0,000 ... 99999 A/V	1000 A/V	
	I-Bereich L1	Messbereich des I-Messeingangs L1 in Veff (Grenzwert für Vspitze = Veff x 1,5)	3 V 300 mV	3 V	
	I-Bereich L2	Messbereich des I-Messeingangs L2 in Veff (Grenzwert für Vspitze = Veff x 1,5)	3 V 300 mV	3 V	
	I-Bereich L3	Messbereich des I-Messeingangs L3 in Veff (Grenzwert für Vspitze = Veff x 1,5)	3 V 300 mV	3 V	
I-Bereich L4	Messbereich des I-Messeingangs L4 in Veff (Grenzwert für Vspitze = Veff x 1,5)	3 V 300 mV	3 V		

	Parameter	Beschreibung	Wertebereich	Fabriks einstellung	Bemerkung
PQ-Parameter für Spannung	PQ Nennspannung Unom	Netz-Nennspannung (gilt als Bezugswert für Grenz- und Toleranzwerte)	0,000 ... 999999 V	230,0 V	
	PQ Obere Spannungsgrenze	Obergrenze der Netzspannung für langsame Spannungsschwankungen (10-Minuten-Mittelwert)	100 ... 200% Unom	110%	
	PQ Untere Spannungsgrenze	Untergrenze der Netzspannung für langsame Spannungsschwankungen (10-Minuten-Mittelwert)	0 ... 100% Unom	90%	
	PQ U-Asymmetriegrenze	Grenzwert für die 3- Spannungsasymmetrie (10-Minuten-Mittelwert von Gegen-/Mitsystemkomponente)	0 ... 100%	2%	
	PQ Swell-Toleranz	Maximal erlaubte positive Abweichung vom Nennwert für schnelle Spannungsschwankungen	0 ... 100% Unom	10%	
	PQ Dip-Toleranz	Maximal erlaubte negative Abweichung vom Nennwert für schnelle Spannungsschwankungen	0 ... 100% Unom	10%	
	PQ Swell / Dip-Hysterese	Hysterese für die Swell- und Dip-Toleranzgrenzen beim Wiedereintritt der Spannung in das Toleranzband	0 ... 10% Unom	1%	
	PQ Unterbrechungsgrenze	Grenzwert für die Abweichung vom Nennwert für Spannungseinbrüche	0 ... 100% Unom	1%	
	PQ N-PE Swell-Grenze	Grenzwert für die Nulleiter-Erdespannung	0,000 ... 999999 V	25 V	
	PQ Nennfrequenz fnom	Nennwert der Netzfrequenz	12,00 ... 400,0 Hz	50,00 Hz	
	PQ Frequenztoleranz	Maximal erlaubte Abweichung vom Nennwert für die Netzfrequenz	0,1 ... 15% fnom	1,0%	
	PQ Inselbetrieb	Grenzwerte für Abweichung vom Nennwert in Netzen ohne synchrone Verbindung zu einem Verbundnetz	gemäß Tabelle	gemäß Tabelle	
	PQ erlaubte Dips/Jahr	Grenzwert für die Anzahl der erlaubten Spannungseinbrüche pro Jahr	0 ... 9999	100	
	PQ erlaubte Unterbrechungen/Jahr	Grenzwert für die Anzahl der erlaubten Spannungsunterbrechungen pro Jahr	0 ... 9999	100	
	PQ erlaubte Swells/Jahr	Grenzwert für die Anzahl der erlaubten Spannungsüberhöhungen pro Jahr	0 ... 9999	100	
PQ erlaubte U-Raps/Jahr	Grenzwert für die Anzahl der erlaubten schnellen Spannungsänderungen pro Jahr				
PQ schnelle ΔU-Toleranz	Maximal erlaubte Abweichung der aktuellen Spannung vom vorhergehenden Wert	0,1 ... 100%	5%		
Harmonische	PWHD Anfangs-Harmonische	Anfangsharmonische einer Gruppe von Oberschwingungen zur Ermittlung der Oberschwingungs-Teilverzerrung	2 ... 50	10	
	PWHD End-Harmonische	Endharmonische einer Gruppe von Oberschwingungen zur Ermittlung der Oberschwingungs-Teilverzerrung	2 ... 50	20	
Relais-Parameter	REL-Einstellung	definiert die Grenzwertmelder-Funktion.	- Inaktiv - Arbeitskontakt - Ruhekontakt	inaktiv	Die Meldung wird mit Datum, Uhrzeit und Wert erfasst und abgesetzt an <ul style="list-style-type: none"> • das eingebaute Relais • das aktivierte Speichermedium (USB-A- Schnittstelle bzw. CF-Card) • die Ethernet LAN- Schnittstelle
	REL-Betriebsart (Mode)	definiert die Betriebsart des Relais bezogen auf das Betriebspotential	- bleibt gesetzt - folgend - Pulse	folgend	ist nur aktiv wenn die Meldefunktion aktiviert ist
	REL-Pulsdauer	definiert die Betriebsart des Relais bezogen auf die Zeit	1 ... 3600	1 s	ist nur aktiv wenn die Meldefunktion aktiviert ist
	Sollwert Leistungsfaktor	Vorgegebener Leistungsfaktor (cosφ) zur Berechnung der Korrekturblindleistung	0,200	1 W/VA	
Events Parameter	Enabled Events	Definiert die für eine Aufzeichnung freigegebenen Ereignisse	Tabelle Events		ΔU-langsam / ΔU-schnell / Hilfsspannung Spngs-Unterbr. / Nullüberspng. / Asymmetrie Dip / Dip Begin / Dip Ende Swell / Swell Begin / Swell Ende Harmonische / Flicker / Frequenz
	Events: Phasen enabled	Definiert die für eine Aufzeichnung von Ereignissen freigegebenen Phasen	U1, U2, U3, U4 I1, I2, I3, I4	alle	

Setup – Rücksetzen von Messwerten (Schleppzeigerfunktion)

	Parameter	Beschreibung	Wertebereich	Fabriks einstellung	Bemerkung
Zähler rücksetzen	Zähl reset	Rücksetzen des Energie- und Ereigniszählers	rücksetzen / abbrechen	keine	Mit Bestätigen von <i>rücksetzen</i> werden die kumulierten, nichtflüchtigen Messwerte (Zählerstände) aller Energiemessgrößen auf 0,000 rückgesetzt. Ausgenommen sind Perioden-Energiemessgrößen.
Min/Max reset	Min/max reset	Rücksetzen der Zählerstände aller Energiezähler	Rücksetzen / abbrechen		

4.4.3 Speicherparameter

Setup > Speicher > Speicherprofil > edit

Dieses Einstellmenü verfügt über zwei Menüseiten, auf denen die Speicherparameter für die verfügbaren Messfunktionen eingestellt werden. Zusammengehörende Parameter sind jeweils auf einer bzw. unmittelbar aufeinander folgenden Seiten zusammengefasst.

Die ausgewählten Messparameter werden in Parameterdateien abgelegt. Es sind bis zu 6 verschiedene Speicherprofile möglich (→ Kap. 5.6.ff).



Auswahlmenü Speicherprofil



Einstellmenü Speicherparameter

Einstieg in das Auswahlmenü:

Setup > Speicher > Speicherprofil

Speicherprofil editieren:

Speicherprofil > edit

Speichern der Einstellung:

OK

Setup-Parameter im Einstellmenü Speicherparameter

Parameter	Beschreibung	Wertebereich	Fabriks einstellung	Bemerkung
Profilname	Name unter dem die nachfolgenden Parameter gespeichert werden	max. 24 Zeichen	Messprofil $n+1$	n = Anzahl der bereits vorhandenen Messprofile
Intervall	Zeitabstand für das Speichern der Datensätze auf einem Speichermedium	0,2 / 1 / 2 s 5 / 10 / 30 s 1 / 2 / 5 m 10 / 15 / 30 m 1 / 2 / h Sync ext.	1s	Die Einstellung gilt für alle Messfunktionen außer - Netzqualitätsparameter gemäß EN 50160 / IEC 61000-4-30 - Transientenmessung
Startzeit	Gibt den Zeitpunkt an, ab dem die Messwerte auf dem gewählten Speichermedium gespeichert werden	Sofort Zeit Extern	sofort	Wird nach Rücksetzen auf die aktuelle Zeit gesetzt
Startmodus	Parameter für den Start einer Aufzeichnung	- manuell - Zeit - Trigger - extern - extern invers	manuell	
Stopmodus	Parameter für das Stoppen einer Aufzeichnung	- manuell - Dauer - Trigger - extern - extern invers	manuell	

Parameter	Beschreibung	Wertebereich	Fabriks einstellung	Bemerkung
Speicherdauer	Zeitdauer der Aufzeichnung		10 s	gilt nur für Stoppmodus Dauer
Speicherkonfiguration	Eingeschaltete Speicherkonfiguration	- Intervall - Event - RMS - Waveform	Intervall	
Speichermedium	Aktives Speichermedium	- USB - CF-Card - Intern	USB	
Datenpunkte	Definieren der Freigegebene Datenpunkte			
Trigger	Definiert die Ansprechschwellen für maximal vier auswählbare Messgrößen	--	--	- Auswahl der Messgröße - Einstellung der oberen und unteren Ansprechschwelle
TM Schwelle U	Triggerschwelle für den Absolutwert des Spannungsablastpegels		350 V	Gilt für alle Spannungsmesseingänge unter Berücksichtigung von Uratio
TM Schwelle I	Triggerschwelle für den Absolutwert des Stromablastpegels		1 A	Gilt für alle Strommesseingänge unter Berücksichtigung von Iratio
RMS Pretrigger	Zeitliche Triggerposition in % für Effektivwerte, bezogen auf den Gesamt-Aufzeichnungszeitraum eines Ereignisses	10 / 30 / 50 / 70 / 90	30 %	Halbperioden –Effektivwerte $U_{rms1/2}$
RMS Datensätze	Definiert die Anzahl der zu speichernden Datensätze von Effektivwerten je Ereignis	300 .. 3500	300	Halbperioden –Effektivwerte $U_{rms1/2}$
Kurvenform Pretrigger	Zeitliche Triggerposition in % für die Kurvenform, bezogen auf den Gesamt-Aufzeichnungszeitraum eines transienten Ereignisses	10 / 30 / 50 / 70 / 90	30 %	Bezieht sich auf Abtastwerte
Kurvenform Datensätze	Definiert die Anzahl der zu speichernden Datensätze von Kurvenpunkten für jedes transiente Ereignis	300 .. 3500	300	Bezieht sich auf Abtastwerte
Kurvenform Abtastintervall	Zeitabstand der Datensätze für Kurvenpunkte	10 / 20 μ s 41 / 82 / 164 μ s 328 / 656 μ s	20 μ s	
U-I – 10ms Trigger	Integrationszeitintervall für U- und I-Trigger	10 / 200 ms	10 ms	gilt nicht für Transiententrigger
Speichermodus	Ablaufmodus für Triggerung und Anzeige	einzel (single) mehrfach (roll)	mehrfach	single: Überschreibschutzspeicher: Aufzeichnung ab dem ersten auftretenden Ereignis bis der Speicher voll ist. Transientenmodus roll: Fortlaufende Aufzeichnung der Daten im Speicher. Wenn der Speicher voll ist werden die jeweils ältesten Daten blockweise überschrieben. PQ-Modus

Setup – Trigger setzen

Trigger setzen	Auswahl [Messgröße]	Auswählen der Messgrößen für die Grenzwertmelder-Funktion.		keine	Gilt für maximal vier Messgrößen als Sammelalarm. Bei Überschreitung spricht das Relais entsprechend dem eingestellten Relais-Modus an.
	Maximum [Messgröße]	Definiert die obere Ansprechschwelle der Grenzwertmelder-Funktion	Gemäß Wertebereich der ausgewählten Messgröße	keine	Für $U_{ratio} \neq 1$ und $I_{ratio} \neq 1$ wird die Berechnung des Grenzwertes auf das Primärsignal bezogen
	Minimum [Messgröße]	Definiert die obere Ansprechschwelle der Grenzwertmelder-Funktion	Gemäß Wertebereich der ausgewählten Messgröße	keine	Für $U_{ratio} \neq 1$ und $I_{ratio} \neq 1$ wird die Berechnung des Grenzwertes auf das Primärsignal bezogen

Setup – Speicher löschen

Speicher löschen	Int. löschen	Speicherinhalt des internen Speichers löschen			
------------------	--------------	---	--	--	--

4.5 Speicherkonfiguration

[Setup](#) > [Speicherprofil](#) > [Edit](#)

Zum Aufzeichnen und Wiedergeben von Intervallmessdaten, ereignisgesteuerten Messdaten und statistischen Auswertungen können verschiedene Speichermedien verwendet werden:

- Der MAVOWATT 50 verfügt über ein internes nichtflüchtiges NAND-Flash, in dem Messergebnisse und anwendungsspezifische Geräteeinstellungen (Messprofile, Speicherprofile) als Dateien gespeichert werden.
- Darüber hinaus können sämtliche Messdateien sowie Bildschirmhalte auf eine einsteckbare CF-Card (Compact Flash-Speicherkarte) oder ein am USB-Port angestecktes Speichermedium (Memory Stick, USB-Festplatte) gespeichert werden.

Die Messdaten werden in einem Verzeichnis mit individuellem Namen als Messdatendateien abgelegt. Den vier verschiedenen Messarten Intervall, Signal (RMS), Kurvenform und Ereignis werden verschiedene Dateien zugewiesen, die sich durch Dateiformate mit verschiedenen Extensions unterscheiden.

Messdatendatei	Kennung / Extension
Intervallmessdaten (Intervallspeicher)	Laufende Nummer, 5-stellig / mw50i Beispiel: 00001.mw50i
Signalmessdaten (RMS-Speicher)	JJJJ-MM-TT_hh:mm:ss_ms_DP_... DP.mw50r Beispiel: 2005-11-16_14:23:16_320_60,61,62.mw50r
Kurvenformmessdaten (Scope, Transienten)	JJJJ-MM-TT_hh:mm:ss_ms_ / mw50r Beispiel: 2005-11-16_14:23:16_320_DP_...DP.mw50w
Ereignismessdaten (Ereignisspeicher, num.)	Laufende Nummer, 5-stellig / mw50e Beispiel: 00017.mw50e

Messdateien werden nach Erkennen der Messart automatisch angelegt. Art und Anzahl der Dateien sind abhängig von der gewählten Messfunktion. So können z.B. Intervallmessdaten, ereignisgesteuerte Messdaten, zyklische Messwerte (Maxima, Minima) sowie Auswertungen (Statistik) gleichzeitig in verschiedenen Dateien gespeichert werden.

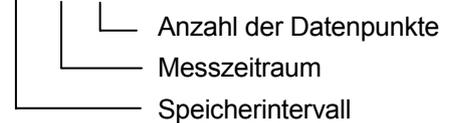
Eine Aufzeichnung kann manuell, zeitgesteuert oder automatisch gestartet und beendet werden. Die Anzahl der möglichen Aufnahmen ist abhängig von der Speicherkapazität des gewählten Speichermediums, der Art der Messdaten und der gewählten Zeitdauer der Aufnahmen. Die Speicherdichte beträgt ca. 250.000 Messwerte je MB Speicherkapazität.

Die aufgezeichneten Messreihen, Messdaten, Auswertungen etc. können in den für die jeweilige Messgröße verfügbaren Darstellungsarten auf der LC-Anzeige dargestellt werden.

Unabhängig von einer laufenden Aufzeichnung lassen sich die Messdaten einer gewählten Funktion am LC-Display anzeigen.

Der Speicherbedarf ist abhängig von den gewählten Speicherfunktionen, der Anzahl der Messgrößen je Datensatz, dem Speicherintervall und der Anzahl der Ereignisse. Für das Speichern von Intervallmessdaten kann der Speicherbedarf angegeben werden: er ergibt sich aus der Anzahl der Datenpunkte (Messgrößen), multipliziert mit dem Speicherintervall und dem Messzeitraum:

$$\text{Speicherbedarf} = \text{I} \times \text{v} \times \text{t} \times \text{Z}$$



Zusätzlich wird bei jedem Start und Stop des Speichers eine Kopfzeile (Header) benötigt, dessen Länge von der Anzahl der Datenpunkte abhängt.

Bei gleichzeitiger Aufnahme von zyklischer und ereignisgesteuerter Speicherung - bei der der Zeitabstand der Ereignisse nicht bekannt ist - kann zur maximal möglichen Anzahl der Aufnahmen bzw. zur Aufzeichnungsdauer keine Aussage gemacht werden.

Die maximal erzielbare Aufzeichnungsdauer ist abhängig vom gewählten Speichermedium und den gewählten Speicherarten. Im Speichermenü wird daher nur die aktuell freie Speicherkapazität angezeigt.

Hinweis: Um einen Speicherüberlauf zu vermeiden ist es zweckmäßig, wenn Sie vor der vorgesehenen Speicherung eine Testspeicherung durchführen (z.B. eine Stunde lang) und den dafür verbrauchten Speicherplatz feststellen. Damit können Sie hochrechnen, wie lange das gewählte Speichermedium reichen könnte. Bei vermehrtem Auftreten von ereignisgesteuerten Messdaten ist auch diese Hochrechnung falsch. Diese Vorgehensweise schließt jedoch aus, dass die Grenzwerte für die Transienten falsch (zu niedrige) eingestellt wurden. In diesem Fall wäre der Speicher in kürzester Zeit voll geschrieben.

4.5.1 Ändern der Speicherkonfiguration

Auswählen:

- im Hauptmenü: [Setup](#) > [Speicher](#) > [Edit](#)

- im Messmodus: [Speichern](#) > [Speicherprofil](#) > [Edit](#)

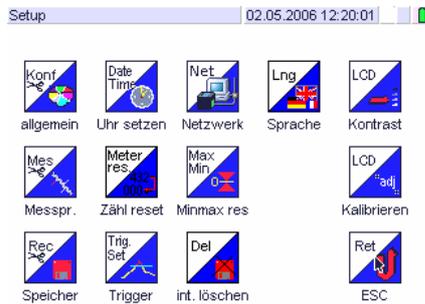
oder: [ON|MENU](#) > [Speichern](#) > [Speicherprofil](#) > [Edit](#)

Ein Einstieg in das Menü Speicherkonfiguration ist sowohl im über das Symbol *Setup* im Hauptmenü als auch über den Button *speichern* in der aktuellen Anzeige möglich. Das gewährleistet einen raschen Zugriff wenn Änderungen in der Speicherkonfiguration vorgenommen werden sollen.

Öffnen des Menüs Speicherkonfiguration im Hauptmenü



Tippen Sie auf **Setup**. Die Anzeige wechselt in das Setup-Auswahlmenü



Tippen Sie auf das Symbol **Rec** für Speicher. Die Anzeige wechselt in die Liste der Speicherprofile.



Öffnen des Menüs Speicherkonfiguration im Messmodus



Tippen Sie auf den Touch Key **Speicher** in der aktuellen Anzeige. Die Anzeige wechselt in das **Speicher**menü.



Mit dem Button **Speicherprofil** wechselt die Anzeige in die Liste der Speicherprofile.

Das aktuelle Speicherprofil ist mit einem roten Punkt im Kreis markiert.



Wählen Sie in der Liste der Speicherprofile jenes Profil, das Sie ändern wollen.



Mit **neu** können Sie zu der Liste ein weiteres Speicherprofil hinzufügen. Es sind maximal 6 Speicherprofile möglich.



Mit **entf** löschen Sie ein Speicherprofil aus der Liste. Der Löschvorgang muss mit OK bestätigt werden.



Die LC-Anzeige wechselt in das Auswahlmenü. Dieses besteht aus zwei Seiten, in denen die Speicherparameter verzeichnet sind.



Mit den Pfeiltasten kann im Auswahlmenü geblättert werden.



Mit Tippen auf die entsprechende Taste öffnen Sie den gewünschten Einstellparameter.

Nehmen Sie die gewünschten Einstellungen vor. Siehe dazu Abschnitt 4.2.3 bis 4.2.6.



Mit **ESC** kehren Sie in die Liste der Speicherprofile *ohne Änderung der Speicherparameter* zurück.



Nachdem Sie die gewünschten Änderungen der Parameter durchgeführt haben, kehren Sie mit **OK** in die Liste der Speicherprofile *mit den geänderten Speicherparametern* zurück.



Mit nochmaligem Drücken von **OK** kehren Sie in das Speicher-Startmenü zurück.



Wählen Sie den Dateinamen für die Messung:



Mit **Dateiname** öffnen Sie ein alphanumerisches Feld, in das die Bezeichnung der Messung eingegeben wird.



Zur Vermeidung von Konflikten zwischen dem Linux-Betriebssystem des Gerätes und einer auf Windows laufenden Auswertung ist die Eingabe nur in Kleinbuchstaben möglich.



Mit **Enter** kehren Sie in das Untermenü **speichern** zurück.



Wenn Sie den Touch Key **Start** in der Fußleiste drücken wird die Speicherung mit den eingestellten Parametern unter dem aktuellen Dateinamen gestartet.

4.6 Zusammenstellen von Messgrößen

Auswählen: SEL1...SEL5 > Liste

In den Messfunktionen SEL1 bis SEL5 können beliebige Messgrößen zusammengestellt werden. Die Anzahl der Zusammenstellungen ist auf 1000 Messgrößen bei einer Abtastrate von 6,4 kHz begrenzt.

Das Zusammenstellen einer Auswahl von Messgrößen erfolgt in mehreren Schritten, wobei davon ausgegangen wird, dass sich das Gerät im Messmodus einer beliebigen Messfunktion außer SEL1 ... SEL5 befindet:

ON|MENU Mit der Taste *MENU/ON* wechselt die Anzeige in das Hauptmenü.

SEL1...4 Tippen Sie den Soft Key SEL1 bzw. wahlweise SEL2 bis SEL5. Das Gerät wechselt in den Messmodus, die LC-Anzeige zeigt die aktuelle Auswahl der Messgrößen in der zuletzt gewählten Darstellung.

Auswahl Tippen Sie den Touch Key Auswahl. Die Anzeige wechselt in die *Liste der Messgrößen*.



▲▼ Mit den Pfeiltasten kann in der Liste geblättert werden. Sie werden nur angezeigt, wenn die Liste der Messgrößen zwei oder mehrere Seiten umfasst.

Zur Wahrung der Übersichtlichkeit werden zusammengehörige Messgrößen in den Verzeichnissen Basisgrößen, Harmonische und Statistik zusammengefasst.

clear Mit *clear* wird die gesamte Messgrößenauswahl gelöscht.

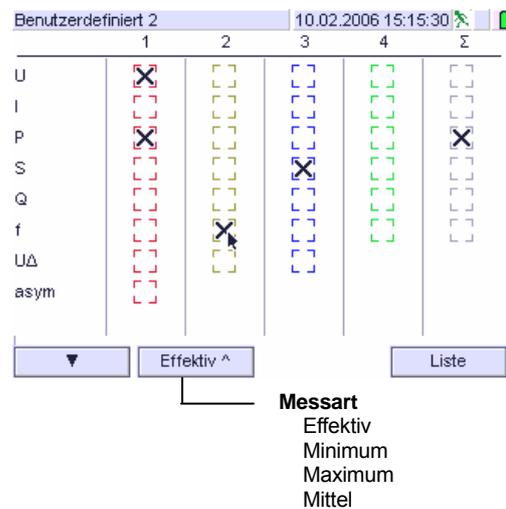
OK Mit OK kehren Sie in den Messmodus zurück.

4.6.1 Ändern der Auswahl von Messgrößen und Messarten

Auswählen: SEL1...SEL5 > Liste > Verzeichnis

Verzeichnis Wählen Sie in der Liste der Messgrößen jenes Verzeichnis, in der sich die zu ändernde Messgröße befindet.

Die LC-Anzeige wechselt in das gewünschte Verzeichnis der Messgrößen. Dieses besteht aus mehreren Seiten, in denen die verfügbaren *Messgrößen* funktionell und nach Kanal getrennt in einer Tabelle dargestellt werden. In der ersten Spalte sind die Messgrößen, in der ersten Zeile die Kanäle 1 bis 4 sowie der virtuelle Summenkanal Σ angeführt. Außerdem stehen für jede Messgröße die verfügbaren *Messarten* *Momentanwert*, *Mittelwert*, *Maximum* und *Minimum* zur Auswahl.



Die aktivierten Messgrößen und Messarten sind durch ein [x] markiert.

▼ Mit dem Touch Key für die *Messgröße* wird jene Seite ausgewählt, in der die gewünschte Messgröße enthalten ist.

[Messart] Mit dem Touch Key für die *Messart* wählen Sie die gewünschte Messart aus.

☞ Tippen Sie mit dem mitgelieferten Stylos oder dem Finger auf das Feld in der Liste, in dem Sie eine Änderung durchführen wollen. Sie aktivieren damit eine deaktivierte Messgröße, bzw. deaktivieren Sie damit eine aktivierte Messgröße.

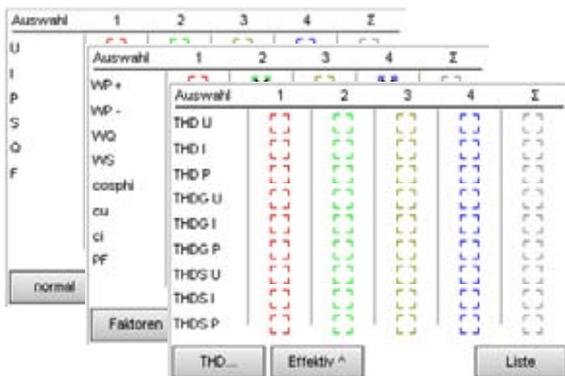
⇒ Wenn Sie auf eine Kanalbezeichnung in der ersten Zeile tippen, aktivieren bzw. deaktivieren Sie alle Messgrößen des gewählten Kanals.

[Liste] Mit Liste wird die aktuelle bzw. geänderte Auswahlliste angezeigt.

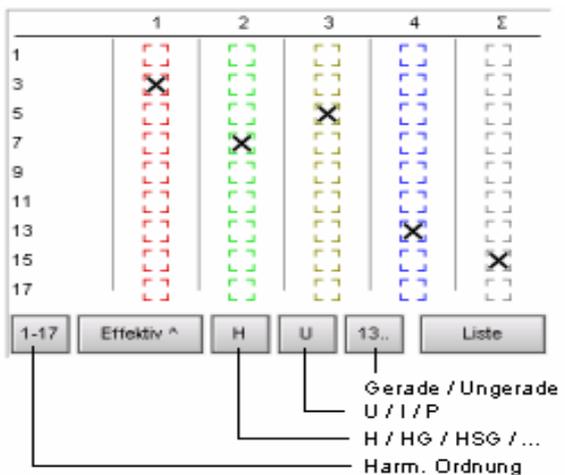
OK Mit OK kehren Sie in den Messmodus zurück.

Einstellhinweise

Die Messgrößenverzeichnisse beinhalten jeweils mehrere Seiten, in denen die Messgrößen, Messarten und statistischen Auswertungen getrennt nach Kanälen verzeichnet sind. Mit dem Touch Key *Messgrößen* wechseln Sie alternierend zwischen den Seiten im Verzeichnis der Messgrößen.



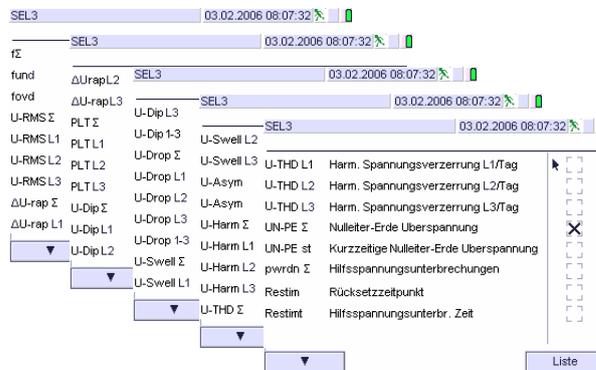
Aufgrund des Umfangs der Oberschwingungsmessung erfolgt auf den Seiten *Harmonische* eine weitere Unterteilung des Verzeichnisses in gerade und ungerade Oberschwingungen, Spannungs- Strom- und Leistungsharmonische sowie Harmonische Gruppen und Untergruppen (→ Anhang B Oberschwingungen und Zwischenharmonische).



Mit dem Touch Key *Messart* kann zwischen den Verzeichnissen Momentanwert, Minimum, Maximum, Mittelwert, gewechselt werden. Für die Energiemessgrößen stehen zusätzlich Seiten für die Periodenleistung und Trendleistung zur Verfügung.

Wird versucht, einer definierten Messgröße eine nicht zulässige Messart zuzuordnen und umgekehrt, so wird die Eingabe nicht akzeptiert.

Für eine statistische Auswertung sind auf 5 Seiten Statistikwerte verfügbar, die insbesondere in der Messung der Power Quality gemäß EN 50160 Verwendung finden. Sie können in den Funktionen SEL1 bis SEL5 gemeinsam mit den anderen Messgrößen in einer Messung verwendet werden.



Bei der Zusammenstellung von Messgrößen zur Langzeitaufzeichnung ist es meistens vorteilhafter, von einer bestimmten Messgröße nicht den momentanen Effektivwert in kurzen Zeitintervallen abzuspeichern, sondern stattdessen z.B. den Maximal- und Minimalwert dieser Messgröße in größeren Intervallen zu registrieren. Dies reduziert die anfallende Datenmenge erheblich bzw. verlängert die mögliche Aufzeichnungsdauer, führt aber zu einem nur geringen Informationsverlust. Die Schwankungsbreite der Messwerte dieser Messgröße im Intervallzeitraum ist weithin ersichtlich, lediglich der Zeitpunkt des Auftretens der registrierten Extremwerte ist nur mit der zeitlichen Auflösung des gewählten Intervalls bestimmbar. Darüber werden in der Funktion Power Quality Kurzzeitergebnisse mit einem Zeitstempel versehen, der einen 10ms-Raster aufweist.

4.7 Fernbedienung über Webserver

Auswählen: **Setup – Netzwerk – Edit**

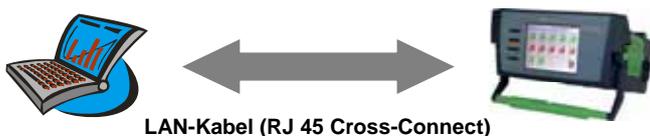
Die Fernbedienung und –abfrage des MAVOWATT 50 erfolgt über den Ethernet 10/100 Anschluss mit integriertem Webserver. Dabei wird die aktuelle LC-Anzeige durch Abruf (*neu laden*) auf den Fern- PC übertragen und am dort angeschlossenen Monitor dargestellt. Darüber hinaus kann in eine über den Fern- PC angeforderte LC-Anzeige gewechselt werden. Somit können sämtliche Bedienschritte, die über die Touch Screen direkt am Gerät möglich sind, am Bildschirm des Fern- PC durch Anklicken der gewünschten Funktion ausgeführt und an das Gerät übertragen werden.

Ausnahmen: Ausschalten des Gerätes und Ändern der IP-Adresse des Gerätes sind über die Fernbedienung nicht möglich.

4.7.1 Einrichten des Kommunikationsweges

Kommunikation Gerät – PC (z.B. Laptop)

⇒ Bevor die Übertragung gestartet wird, passen Sie das Ethernet-Protokoll des Gerätes an die Infrastruktur Ihres Netzwerkes an. → Kap. 2.2.3



- ☞ Über ein Cross-Over- LAN-Kabel mit beidseitigem RJ45-Stecker stellen Sie die Verbindung zwischen PC und Mavowatt 50 her.
- ☞ Richten Sie auf Ihrem PC das Internet-Protokoll über Einstellungen / Netzwerkverbindungen / Eigenschaften / Internetprotokoll (TCP/IP) ein.

Hinweis: Da Sie bei der direkten Verbindung zwischen PC und Mavowatt 50 nicht im Netzwerk arbeiten, müssen sie die geeigneten IP-Einstellungen manuell vornehmen. Wählen Sie daher im Einstellfenster für das Netzwerk die Einstellung *Folgende IP-Adresse verwenden* und geben Sie die IP-Adresse des PC manuell ein. Der Eintrag für die Subnetzmaske wird i.a. automatisch vorgenommen, für den Standardgateway wählen Sie die im Gerät gewählte Adresse. Andernfalls wenden Sie sich an den Systemadministrator, um die geeigneten IP-Einstellungen zu beziehen.

⇒ Sie starten die Übertragung über den Internet Explorer mit der Adress-Eingabe `http://: <Geräteadresse>/` und Enter.

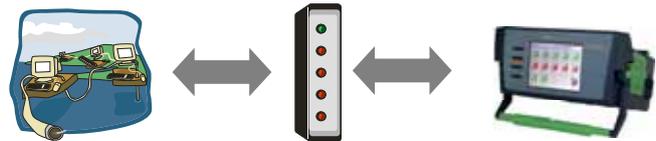
Am Monitor wird das Einstiegsbild für die Fernbedienung angezeigt.



⇒ Starten Sie die Fernbedienung mit einem Klick auf Mavowatt 50 fernbedienen

Kommunikation Gerät – PC über Internet

⇒ Bevor Sie das Gerät an das Netzwerk anschließen, passen Sie das Ethernet-Protokoll des Gerätes an die Infrastruktur Ihres Netzwerkes an. Wenden Sie sich an den Systemadministrator, um die geeigneten IP-Einstellungen zu beziehen. → Kap. 2.2.3



⇒ Über ein LAN-Patch-Kabel mit beidseitigem RJ45-Stecker stellen Sie die Verbindung zwischen Hub (oder besser Switch) und Mavowatt 50 her.

Hinweis:

Wenn Ihr Switch das Autorouting unterstützt können Sie sowohl ein Cross-Connect als auch ein Patch-Kabel verwenden.

⇒ Sie starten die Übertragung über einen Web Browser mit der Eingabe der Adresse `http://: <Geräteadresse>/` und Enter.

5. BEDIENUNG

5.1 Allgemeine Hinweise

Grundsätzlich stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung, Betriebsparameter auszuwählen und einzustellen. In diesem Kapitel wird in der Hauptsache die Auswahl und Einstellung über das Hauptmenü beschrieben.

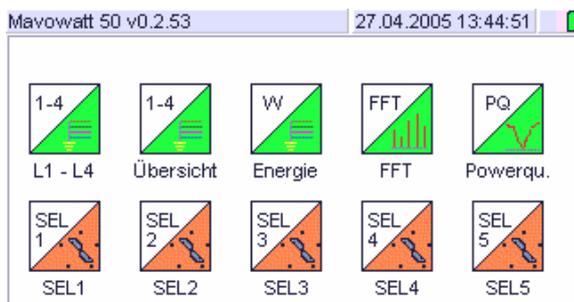
Nach Einschalten des Gerätes wird das Hauptmenü dargestellt. Eine Messung wird durch Tippen des entsprechenden Touch Keys aktiviert. Fällt die Netzversorgung während einer Messung für kurze Zeit aus wird das Gerät über den internen Akku weiter versorgt. Die Messung wird nicht unterbrochen (→ Kap. 2.1.2).

5.2 Auswählen von Messungen und Auswertungen

5.2.1 Auswählen einer Messfunktion: ON|MENU > [Funktion]



Drücken Sie ON|MENU. Das Hauptmenü zeigt die Symbole der *Hauptmessfunktionen*.



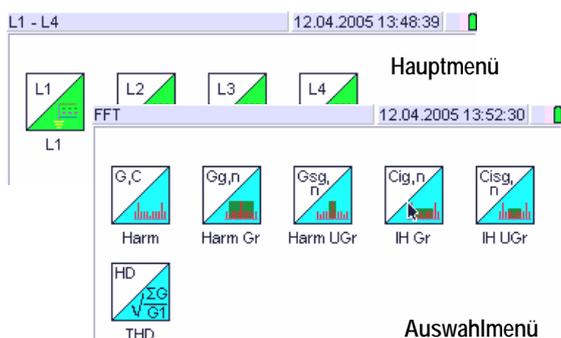
In den Hauptmessfunktionen [L1...L4], [Übersicht], [Energie], [FFT] und [PQ] sind die Messgrößen fest programmiert, sie können nicht geändert werden.

In den Messfunktionen SEL1 bis SEL5 können die Messgrößen anwendungsspezifisch zusammengestellt werden (→ Kap. 4.6). Die Anzahl der Zusammenstellungen von Messgrößen ist auf 1000 begrenzt.



Durch Tippen des entsprechenden *Touch Keys* im Hauptmenü wird das Auswahlmenü für die gewünschte *Messfunktion* geöffnet.

Ausnahme: In den Messfunktionen [Übersicht], [Energie] und [SEL1] bis [SEL5] erfolgt der direkte Einstieg in die zuletzt gewählte Darstellungsart.



Wählen Sie die gewünschte Messfunktion aus indem Sie auf den entsprechenden Touch Key tippen.

Die Anzeige wechselt in die zuletzt gewählte Darstellungsart.

5.2.2 Auswählen einer Darstellungsart (Messmodus)

Für die Darstellung von Messwerten, Messreihen und Auswertungen auf der LC-Anzeige sind verschiedene Darstellungsarten möglich.

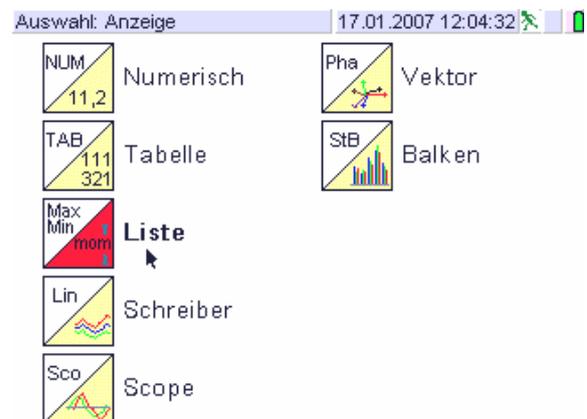
In den einzelnen Messfunktionen sind nur jene Darstellungsarten möglich, die eine sinnvolle Darstellung ergeben. Darüber hinaus bleibt die zweckentsprechende Form dem Benutzer überlassen.

Die getroffene Auswahl ist rot markiert. Sie bleibt für die aktuelle Messfunktion bis zur nächsten Änderung gültig. Die dargestellten Messgrößen selber wechseln jedoch mit der Messfunktion. Ist die aktuelle Darstellungsart für eine Messfunktion nicht ausführbar, wird sie in der Auswahl der Darstellungsarten auch nicht angezeigt.

Bedienvorgang: **Anzeige > [Darstellungsart]**



Nach Tippen des Touch Keys *Anzeige* in der kontextbezogenen Fußzeile wird das Auswahlmenü mit den Darstellungsmöglichkeiten geöffnet.



Tippen Sie *ECS*, wenn Sie die vorhergehende Anzeigeart beibehalten wollen.



Tippen Sie das *Touch Key Symbol* für die gewünschte Darstellungsart, wenn sie diese ändern wollen.

Die Anzeige wechselt in die gewünschte Darstellungsart, das Gerät befindet sich im Messmodus.

5.2.3 Auswählen von Mess- und Anzeigeparametern

Mit den kontextbezogenen *Buttons* in der Fußzeile einer Darstellungsart können die aktuellen Mess- und Anzeigeparameter an die jeweiligen Verhältnisse angepasst werden. Ein Einstieg in das Setup-Menü ist nicht erforderlich.

- Anzeige** Öffnet das Auswahlmenü Darstellungsart. Es werden nur die für die aktuelle Messfunktion sinnvollen Darstellungsarten eingeblendet.
- Profile** Öffnet das Auswahlmenü Messprofile. Mit **Profile > Messprofil > edit** wird das ausgewählte Einstellmenü für die Messparameter geöffnet. (→ Kap. 4.2.2 und 4.3.2).
- Speicher** Öffnet das Speichermenü zum Starten und Stoppen einer Aufzeichnung sowie Einstellen der Speicherparameter (→ Kap. 4.3.3 und 6.6).
- Auswahl** Gilt nur für SEL1 bis SEL5: Anzeigen bzw. Ändern der Messgrößen für die aktuelle Messung (→ Kap. 4.4.f).
- Stop** „Einfrieren“ der aktuellen Anzeige. Der Touch Key wechselt auf **Start**. Mit Tippen auf Start werden die Messwerte in der Anzeige wieder im Sekundentakt aktualisiert.
- Start**
- ESC** Ein Bedienschritt zurück

5.2.4 Ein- und Ausblenden von Cursorlinien

Die grafischen Darstellungen (Schreiber, Scope, Harm.-Balken, Vektor) enthalten farblich mit Rahmenlinien abgesetzte Felder mit den Bezeichnungen der Messgrößen. Zusätzlich können bis zu zwei horizontale und vertikale Cursorlinien eingeblendet werden, die mit dem Stylos über die Zeitachse bzw. den Wertebereich bewegt werden können. Mit den zusätzlich eingeblendeten numerischen Angaben (Messwert, Uhrzeit, Harm. Ordnung etc.) zu den aktuellen Cursorpositionen kann die Messreihe analysiert werden.

Bedienschritte:

① Tippen Sie auf das gelb hinterlegte Feld der gewünschten Messgröße in den numerischen Angaben.

Unmittelbar darunter wird ein gelb hinterlegtes Cursorfeld mit den Symbolen ► horizontal, ▲ vertikal und ⤴ für den dargestellten Wertebereich geöffnet. Die farblich abgesetzte Rahmenlinie im numerischen Feld umfasst jetzt auch das der aktuellen Messgröße zugeordnete Cursorfeld.

② Tippen Sie auf das Symbol für den gewünschten Cursor

Im numerischen Feld wird ein grün hinterlegtes Feld geöffnet, in dem die Symbole für den gewählten Cursortyp (vertikal/horizontal) und **x** zum Schließen des Feldes eingeblendet werden. Das - - für den Messwert weist darauf hin, dass die Cursorposition noch nicht ausgewählt wurde oder außerhalb des Darstellungsgebietes liegt. Gleiches gilt für das grüne Feld links unten, in dem die Uhrzeit gemäß Cursorposition eingeblendet wird.

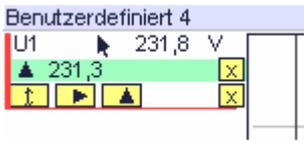
Die farblich abgesetzte Rahmenlinie umfasst jetzt alle Anzeigefelder, die der aktuellen Messgröße zugeordnet werden.

③ Tippen Sie auf einen Punkt in der grafischen Darstellung. Die gewählte Cursorlinie wird eingeblendet.

Im grün hinterlegten Feld wird zusätzlich der Messwert gemäß der Position der Cursorlinie angezeigt. Im grün hinterlegten Feld links unten wird die Uhrzeit für die Position der vertikalen Cursorlinie ▲ eingeblendet. Die zuvor beschriebene Vorgangsweise ist auch für die Bedienung der horizontalen Cursors anzuwenden.

④

Die zweite Cursorlinie wird wie vorher beschrieben aktiviert:



Tippen Sie auf das gelb hinterlegte Feld der gleichen Messgröße. Das Auswahl-feld für den zweiten Cursor wird geöffnet.

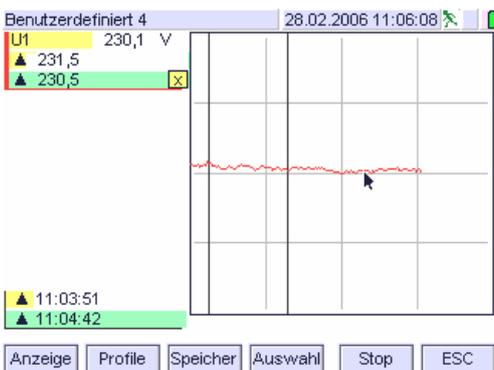


Wählen Sie im soeben eingblendeten Cursorfeld den gewünschten Cursor aus. Der Feldhintergrund wechselt auf grün, der Cursor ist aktiviert. Gleichzeitig wird der Feldhintergrund des ersten Cursors auf ausgeblendet.

Für die Uhrzeit wird links unten ein zweites Feld eingblendet. Auch hier wird nur das aktive Feld grün hinterlegt.

⑤

Tippen Sie auf einen Punkt in der grafischen Darstellung. Messwert und Uhrzeit der Cursorposition werden angezeigt.



Hinweis: Von den eingblendeten Cursorlinien können jeweils eine horizontale und eine vertikale mit dem Stylus über die Bildfläche bewegt werden. Die numerischen Angaben beziehen auf die aktiven Cursor. Dieser ist mit dem grün hinterlegten Feld markiert.

⑥ Ausblenden der Cursorlinien

Mit Tippen auf die Markierung  wird die aktuelle Cursorlinie ohne Öffnen eines anderen Cursors geschlossen. Der Vorgang wird für alle eingblendeten Cursorlinien wiederholt.

5.2.5 Rücksetzen von Zählern, Maxima und Minima

Zählerstände und Extremwerte bleiben solange erhalten bis rückgesetzt werden. Dies gilt insbesondere für

- die ab Rücksetzzeitpunkt akkumulierte Energie
- die ab Rücksetzzeitpunkt erkannten Maxima bzw. Minima einer oder mehrerer Messgröße
- die ab Rücksetzzeitpunkt gezählten Überschreitungen der für die Netzqualität definierten Verträglichkeitspegel

Sollen Zählerstände sowie Maxima und Minima auf den aktuellen Messzeitraum Bezug nehmen, müssen sie vor Beginn der Messung rückgesetzt werden.

Wichtiger Hinweis:

Setzen Sie Zählerstände, Minima, Maxima und Statistikwerte vor dem Start einer Aufzeichnung zurück. Während einer Aufzeichnung ist das Rücksetzen nicht möglich.

Bedienschritte

a) Rücksetzen von Zählerständen

Auswählen: **ON|MENU > Setup > Zähler reset**



Mit Tippen auf den Touch Key Zähler Res wird ein Dialogfenster geöffnet, in dem Sie das Rücksetzen bestätigen oder abbrechen können.

Zurückgesetzt werden die Zählerstände aller Energiemessgrößen.

b) Rücksetzen von Maxima und Minima

Auswählen: **ON|MENU > Setup > MaxMin reset**



Mit Tippen auf den Touch Key MaxMin reset werden die bisher erfassten Maxima und Minima aller Messgrößen zurückgesetzt.

Siehe dazu auch Statistik-Darstellung, → Kap. 5.3.6

c) Rücksetzen der Ereignisstatistik

Auswählen: **ON|MENU > PQ > Stat reset**



Mit Tippen auf den Touch Stat reset werden die bisher erfassten Zählwerte aller für die Spannungsqualität definierten Verträglichkeitspegel zurückgesetzt.

5.3 Darstellungsarten zeitgesteuerter Messdaten

Hinweis: Die angezeigten Messwerte beziehen sich auf die Primärmeßgrößen unter Berücksichtigung der eingestellten Parameter (U-Anschluss, Uratio, Iratio, etc.).

5.3.1 Numerische Darstellung

Verfügbar unter: L1-L4 / Übersicht / Energie / FFT / SEL1... SEL5

 Die aktuellen Messwerte der in der gewählten Messfunktion verfügbaren Messgrößen werden numerisch dargestellt.

Phase 1		17.01.2007 11:59:26	
U1	228,9 V	I1	0,321k A
P1	69,6k W	f1	50,03 Hz
Q1	23,6k var	PF1	0,947
S1	73,5k VA	cosφ1	0,980

Anzeige Profile Speicher Stop ESC

Aufbau der numerischen Messwertanzeige:



Auf einer Displayseite werden die Messwerte der aktuellen Messfunktion dargestellt. Sind mehr Messgrößen als auf einer Displayseite darstellbar definiert, wird mit einem gelben Balken links bzw. rechts der Anzeige auf weitere Seiten hingewiesen. Dies gilt insbesondere für die unter SEL1...SEL5 benutzerdefinierbaren Messgrößen. Die Reihenfolge der Messgrößen kann nicht geändert werden. Die Schriftgröße der numerischen Messwertdarstellung variiert automatisch mit der Anzahl der dargestellten Messgrößen.

Die Uhrzeitangaben können wegen Rundung eine Schwankung von 1 Sekunde aufweisen. Die Messwerte werden mit Wertigkeitszeichen (m, k, ...), die Maßeinheit als Überschrift in jeder Spalte angezeigt.

In der Betriebsart „Sample“ werden die Messwerte im festen Zeitabstand von 1 Sekunde aktualisiert.

Nach Wechseln in die Betriebsart „Hold“ (Stop) wird die Messung gestoppt und die zuletzt ermittelten Messwerte verbleiben stetig angezeigt.

5.3.2 Listendarstellung der Messgrößen

Verfügbar unter L1-L4 / Übersicht / FFT / SEL1...5

Numerische Darstellung der aktuellen Messwerte zusammengehöriger Messgrößen für alle drei Phasen im Dreileiter- Drehstromnetz und zusätzlich für den Nullleiter im Vierleiter-Drehstromnetz.

Übersicht	03.05.2006 15:24:22				
	L1	L2	L3	L4	Σ
U	231,9	231,8	231,9	0,0	401,6 V
I	0,132k	0,123k	0,019k	0,000k	0,182k A
P	26,7k	21,0k	3,7k	- 0,0k	0,051M W
Q	15,1k	19,3k	2,5k	0,0k	0,052M var
S	30,7k	28,5k	4,5k	0,0k	0,073M VA
f	50,00	50,00	50,00	0,000	50,00 Hz
PF	0,871	0,737	0,824	-0,249	0,705
cosφ	0,993	0,998	0,986	1,000	
UΔ	401,9	401,5	401,5		V

Anzeige profiles Speicher Stop ESC

In der Betriebsart „Sample“ werden die Messwerte im festen Zeitabstand von 1 Sekunde aktualisiert.

Nach Wechseln in die Betriebsart „Hold“ (Stop) wird die Messung gestoppt und die zuletzt ermittelten Messwerte verbleiben stetig angezeigt.

Die unter Σ berechneten Messwerte beziehen sich auf Größen im 3- bzw. 4-Leiter-Stromkreis. Soweit sie in der Norm „DIN 40110-2 Mehrleiter-Stromkreise“ definiert sind, werden sie als kollektive Messgrößen gemäß den dort beschriebenen Regeln berechnet. Darüber hinaus gehende Messgrößen werden als Mittelwerte der einzelnen Außenleiter (L1, L2, L3) berechnet.

Ist in L1 bis L3 kein auswertbares Messsignal für die Frequenz vorhanden, wird die in der Parameterliste eingestellte Nennfrequenz angezeigt.

Hinweis: Die Messgröße Frequenz wird im Normalfall im Spannungspfad der Phase L1 (Referenzkanal) gemessen. Liefert die dort vorhandene Spannung kein auswertbares Ergebnis, wird zunächst automatisch auf den Spannungspfad in L2, dann auf L3 zurückgegriffen. Die gleiche Prozedur wird für die Strompfade fortgesetzt. Sind keine auswertbaren Messsignale vorhanden, wird auf die im Gerätesetup definierte Nennspannung zurückgegriffen. Sie wird dann in der Spalte Σ angezeigt.

5.3.3 Listendarstellung der Verzerrungsfaktoren von Strom und Spannung

Verfügbar unter FFT

Die numerische Darstellung zeigt das Verhältnis der Oberschwingungen oder eines Anteiles davon zum Effektivwert der Grundschwingung in Prozent für alle drei Phasen im Dreileiter- Drehstromnetz und zusätzlich für den Nullleiter im Vierleiter-Drehstromnetz.

THD, THDS,...					31.07.2005 09:28:17				
	L1	L2	L3	L4					
UTHD	20,2	0,0	10,4	0,0	%				
UTHDS	11,4	12,2	11,6	11,0	%				
UTHDG	11,8	12,8	12,7	11,5	%				
UPWHD	9,7	10,6	11,4	9,8	%				
ITHD	0,0	0,0	0,0	0,0	%				
ITHDS	0,0	0,0	0,0	0,0	%				
ITHDG	0,0	0,0	0,0	0,0	%				
IPWHD	0,0	0,0	0,0	0,0	%				

Anzeige Profile Speicher Stop ESC

Hinweis 1: Die Ergänzungen zu den Normen IEC EN 61000-3-2:1995/A14:2000 und IEC EN 61000-3-2/A1:2001 legen unter anderem fest, dass das Messverfahren für Harmonische ausschließlich durch die IEC EN 61000-4-7: 2002 geregelt wird.

In dieser Norm werden neben den ganzzahligen Harmonischen Komponenten die Zwischenharmonischen berücksichtigt. Damit werden Prüflinge, die Zwischenharmonische erzeugen, strenger bewertet. Des weiteren werden Gruppenbildungen definiert, um die Auswirkungen von Zwischenharmonischen für verschiedene Steuerverfahren (Schwingungspaket, Phasenanschnitt) entsprechend beurteilen zu können.

Für die Beurteilung von Zwischenharmonischen Anteilen ist es gemäß Norm nicht erforderlich, die einzelnen Zwischenharmonischen wert- bzw. prozentmäßig darzustellen. Sie werden gruppenweise zu den einzelnen Harmonischen Komponenten quadratisch addiert.

Hinweis 2: Gemäß der alten Norm waren nur die ganzzahligen harmonischen Komponenten bis zur 40. Harmonischen in 320ms zu berechnen und zu bewerten. Jetzt sind bis zur 50. Oberschwingung 500 Harmonische und Zwischenharmonische je Phase innerhalb von 200ms zu berechnen. Das bedeutet einen erheblich größeren Rechenaufwand, der nur mit einem leistungsfähigen Prozessor bewältigt werden kann.

Zur Bedeutung der einzelnen Verzerrungsfaktoren siehe Anhang A.

5.3.4 Listendarstellung der spektralen Anteile von Strom, Spannung und Leistung

Verfügbar unter: FFT (Harmonische und Interharmonische)

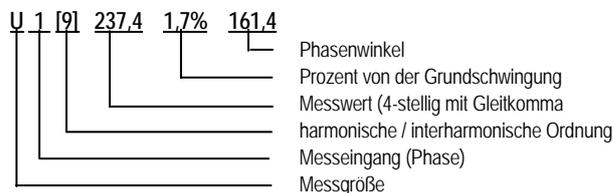


Die aktuellen Messwerte der spektralen Anteile von Strom, Spannung und Leistung aller Phasen werden auf mehreren Displayseiten mit Wert, Prozentanteil von der Grundschwingung und zugehörigem Phasenwinkel dargestellt. Die Anzahl der Displayseiten ist abhängig von den gewählten Messgrößen.

Harmonische				01.01.1970 00:24:15			
08:13:24	G	%	z				
U1h[0]	0,2	0,0 %	180,0				
U1h[1]	296,3	99,9 %	0,1				
U1h[2]	3,0	0,9 %	177,9				
U1h[3]	3,1	1,0 %	174,9				
U1h[4]	2,5	0,8 %	171,7				
U1h[5]	2,5	0,8 %	169,5				
U1h[6]	1,8	0,5 %	167,1				
U1h[7]	1,8	0,5 %	165,6				
U1h[8]	0,9	0,3 %	162,7				
U1h[9]	1,0	0,3 %	161,4				
U1h[10]	0,3	0,0 %	157,3				
U1h[11]	0,4	0,1 %	157,4				
U1h[12]	0,2	0,0 %	- 24,4				
U1h[13]	0,0	0,0 %	50,3				

Anzeige Profile Speicher Stop ESC

Aufbau der Anzeige:



Auswahl der Phase
Auswahl der Messgröße U, I oder P

In der Betriebsart „Sample“ werden die aktuellen Messwerte der ausgewählten spektralen Anteile einer Phase angezeigt. Sie werden im festen Zeitabstand von 1 Sekunde aktualisiert. Die aktuelle Uhrzeit wird in der Kopfzeile eingeblendet.

In der Hauptanzeige sind rechts oben die Touch Keys für die Messgrößen, rechts unten jene für die Phasen angeordnet. Die Touch Keys für die ausgewählte Einstellung sind rot hinterlegt. Durch Tippen auf die Symbole für die gewünschte Messgröße und Phase wechselt die Anzeige in die entsprechende Darstellung.

Die gelb hinterlegten Felder der Messgrößen weisen auf weitere Displayseiten hin. Durch Tippen wird auf die jeweils nächste bzw. vorhergehende Displayseite umgeschaltet.

Nach Wechseln in die Betriebsart „Hold“ (Stop) wird die Messung gestoppt und die zuletzt ermittelten Messwerte verbleiben stetig angezeigt.

5.3.5 Tabellendarstellung

Verfügbar unter W / SEL1 ... SEL5



Die zu einer Messgröße im Speicher enthaltenen Messwerte werden als Messwert-Zeit-Tabelle dargestellt.

Energie					
Zeit	WP+1	WP+2	WP+3	WP+4	WP+Σ
	VWh	VWh	VWh	VWh	VWh
11:56:26	1,195k	335,2	96,43	185,7u	1,627k
11:56:25	1,176k	329,7	94,85	183,5u	1,600k
11:56:24	1,156k	324,2	93,26	181,3u	1,574k
11:56:23	1,136k	318,6	91,67	179,2u	1,547k
11:56:22	1,117k	313,1	90,07	177,0u	1,520k
11:56:21	1,097k	307,6	88,48	175,1u	1,493k
11:56:20	1,077k	302,0	86,89	173,2u	1,466k
11:56:19	1,058k	296,5	85,30	171,3u	1,440k
11:56:18	1,038k	291,0	83,70	169,3u	1,413k
11:56:17	1,018k	285,4	82,11	167,5u	1,386k
11:56:16	998,3	279,9	80,52	165,6u	1,359k
11:56:15	978,5	274,4	78,93	163,7u	1,332k
11:56:14	958,7	268,8	77,34	161,7u	1,305k

Anzeige Profile Speicher Reset Stop ESC

In der Betriebsart „Sample“ zeigt die oberste Tabellenzeile stets die aktuelle Uhrzeit mit den zugehörigen Messwerten. Jeweils am Ende des eingestellten Intervallzeitraumes werden diese in die darunter liegende Tabellenzeile eingetragen und die vorhergehenden Einträge um je eine Zeile nach unten verschoben. Maximal können hier sechs Messgrößen gleichzeitig dargestellt werden. Sind in einer Funktion mehr als sechs Messgrößen vorhanden, werden in der Spaltenüberschrift gelbe Felder eingeblendet.

Energie					
Zeit	WS1	WS2	WS3	WS4	WSΣ
	VWh	VWh	VWh	VWh	VWh
11:57:35	2,574k	1,388k	226,1	1,081m	4,188k
11:57:34	2,553k	1,381k	224,4	1,074m	4,158k
11:57:33	2,532k	1,373k	222,6	1,067m	4,128k
11:57:32	2,511k	1,365k	220,8	1,060m	4,097k

L1	
U1	1,599k V
I1	0,346k A
P1	0,238k W

Durch Tippen auf das gelb hinterlegte Feld im Kopf der Tabelle wird auf die jeweils nächste bzw. vorhergehende Seite umgeschaltet.

Sind keine Messgrößen vor oder nach der aktuellen Darstellung vorhanden, entfällt das gelbe Feld. Nach Wechseln in die Betriebsart „Hold“ (Stop) werden die aktuellen Messwerte festgehalten („eingefroren“). Die Funktionen der kontextbezogenen *Touch Keys* entsprechen jenen in den anderen Darstellungsarten (→ Kap. 5.2.3). Das obenstehende Anzeigebeispiel zeigt die Auflistung der im Sekunden-Intervall gemessenen momentanen Effektivwerte der Blindleistung in Phase 3 bzw. sowie der Scheinleistung in den Phasen L1 bis L4.

Hinweis: Rücksetzen der Zählerstände von Energiemessgrößen (Funktionen W / SEL1 ... SEL 5) → Kap. 5.2.5

5.3.6 Statistik-Darstellung

Verfügbar unter L1 / L2 / L3 / L4 / SEL1...SEL5



Zusammen mit den aktuellen Messwerten werden die ab dem letzten Rücksetzen erfassten niedrigsten und höchsten Messwerte dargestellt.

L1 - Statistik				
	L1	min	max	
U	238,6	52,7	240,2	V
I	6,86	0,00	7,42	A
P	0,348k	-0,012k	0,380k	W
f	50,02	33,33	3,387k	Hz
S	1,637k	0,000k	1,758k	VA
Q	1,600k	0,000k	1,718k	var
PF	0,213	-0,518	0,497	
cosφ	0,582			

Anzeige Profile Speicher Stop ESC

Unter min und max wird der seit dem letzten Rücksetzen aufgetretene tiefste bzw. höchste Messwert der jeweiligen Messgröße angezeigt (Schleppzeigerfunktion). Der Messwert unter der Phasenbezeichnung bezieht sich auf den aktuellen Momentanwert, der sich mit der Bildwiederholung (Refresh) im Sekundentakt ändert.

Hinweis: Wird in einer SEL-Funktion für die Messgröße das Maximum (z.B. ▲U1) oder Minimum (z.B. ▼U1) ausgewählt, wechselt dieses im Sekundentakt. Das Gerät selbst unterscheidet nicht zwischen zielführenden und ungeeigneten Messgrößen. Die Auswahl bleibt dem Benutzer überlassen.

Bedienschritte für das Rücksetzen der Maxima und Minima:

① Tippen Sie auf das gelbe Feld in der Anzeige

Phase 1				
	L1	min	max	
U	228,5	0,1	229,3	V
P	75,2k	-0,0k	146,4k	W
Q	34,5k	0,0k	74,3k	var

② Tippen Sie den Button Rücksetzen im Einstellfeld



⇒ Das Display wechselt in die Messfunktion

Alternative: Öffnen Sie das Hauptmenü mit ON|MENU > Setup > MaxMin reset > OK

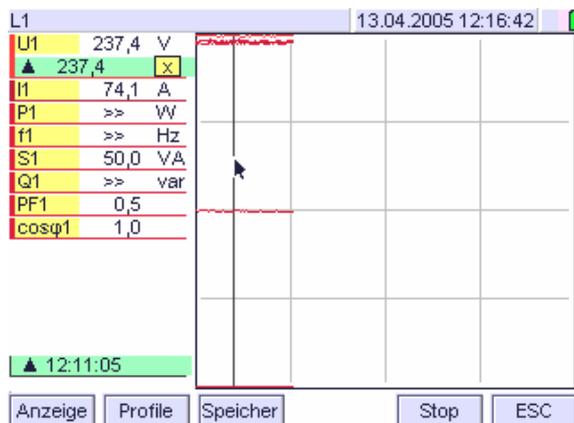
OK Mit OK bestätigen Sie das Rücksetzen

Wechseln Sie danach in die gewünschte Messfunktion.

5.3.7 Grafische Darstellung (Schreiber)
Verfügbar unter L1/L2/L3/L4/L1-L4/W/SEL1...SEL5



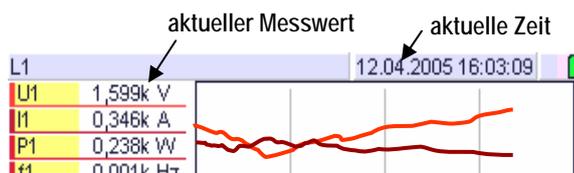
Grafische Darstellung der zu einer Messgröße im Ringspeicher enthaltenen Messwerte als Y-t-Liniendiagramm.



Diese Darstellung kann für Funktionen mit bis zu acht Messgrößen aktiviert werden. Für eine größere Anzahl von Messgrößen ist der Grafikspeicher nicht konzipiert. Der Grafikbereich wird durch vertikale und horizontale Gitterlinien in jeweils vier Segmente geteilt.

Die Skalierung der Y-Achsen erfolgt automatisch in Abhängigkeit vom jeweils eingestellten Messbereich der ersten (obersten) Messgröße. Die zugehörige numerische Anzeige wird über das Cursorfeld durch Auswahl des Cursors \updownarrow aktiviert.

Der horizontal dargestellte Zeitbereich umfasst 196 Bildpunkte. Jeder Messwert wird als einzelner Bildpunkt dargestellt. Folglich entspricht der maximal darstellbare Zeitraum dem 195fachen der Intervallzeit.



In der Betriebsart „Sample“ werden die Messpunkte vom linken Bildrand im Sekundentakt nach rechts geschoben. Die links von der grafischen Darstellung eingeblendeten Messwert zu jeder Messgröße entsprechen den rechten Bildpunkten und somit den zuletzt gelesenen Werten. Ist der gesamte horizontal darstellbare Zeitbereich ausgenutzt, wird die Grafik um ein Segment des Gitters nach links verschoben, d.h. die 49 ältesten Messwerte nicht mehr dargestellt.

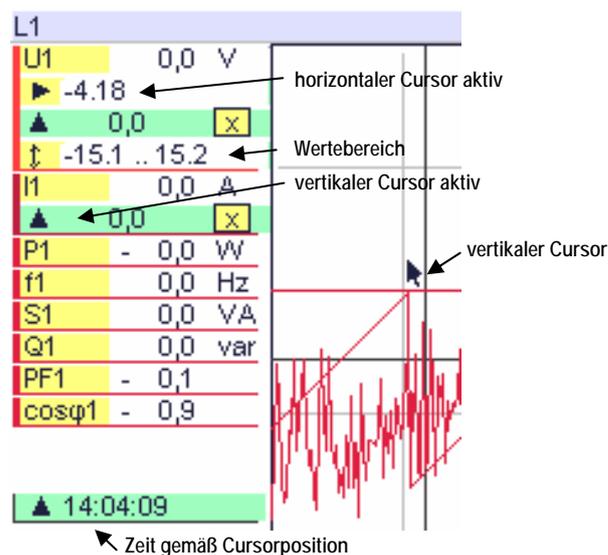
Die Zuordnung der Grafik zu den Messgrößen und Messwerten wird durch eine Rahmenlinie hervorgehoben, die die gleiche Farbe aufweist wie die zugehörige grafische Darstellung.

Zusätzlich können Cursorlinien mit zugehörigen numerischen Angaben eingeblendet werden, die eine Analyse der Messreihe erlauben (→ Kap 5.2.4)

Nach Wechsel in die Betriebsart „Hold“ wird der aktuelle Ringspeicherinhalt festgehalten.

Stop Dazu tippen Sie auf den Touch Key *Stop* in der Fußzeile der Anzeige.

Durch Tippen auf die gewünschte Messgröße wird ein Cursorfeld \updownarrow \leftarrow \rightarrow \updownarrow \times geöffnet, mit dem bis zu zwei horizontale und zwei vertikale Cursorlinien in die Grafik eingeblendet werden können. Die numerischen Angaben zur aktuellen Cursorposition werden in den grün hinterlegten Feldern eingeblendet. Zusätzlich wird für die aktive vertikale Cursorlinie ein Feld geöffnet, in dem die Uhrzeit gemäß Cursorposition eingeblendet wird.



Bei geöffnetem Feld Wertebereich \updownarrow werden für die aktuelle Messgröße höchster und niedrigster Messwert im dargestellten Zeitbereich eingeblendet.

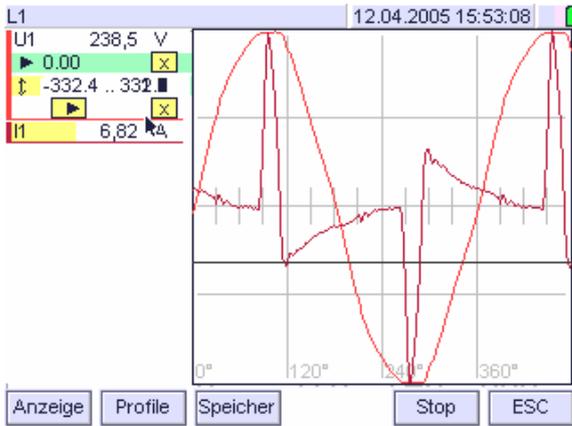
Durch Tippen auf die Markierung \times wird die aktuelle Cursorlinie ohne Öffnen einer anderen geschlossen. Die Cursorlinien können unabhängig von den Betriebsarten Sample oder Hold eingeblendet werden (→ Kap. 5.2.4).

5.3.8 Darstellung der Kurvenform (Scope)

Verfügbar unter L1/L2/L3/L4/SEL1...4, jedoch nur für die direkt gemessenen Größen U1, U2, U3, U4, I1, I2, I3, I4.



Grafische Darstellung der Kurvenform von Spannung und Strom auf Basis der aktuellen Abtastwerte am jeweiligen analogen Messeingang.



Maximal können hier vier direkt gemessene Messgrößen gleichzeitig dargestellt werden. Zur Auswahl der anzuzeigenden Messgrößen kann mittels Touch Key ▼▲ auf die jeweils nächste bzw. vorhergehende Displayseite umgeschaltet werden.

Die Skalierung der Y-Achsen erfolgt automatisch in Abhängigkeit von den jeweiligen Signalamplituden.

Der horizontal dargestellte Zeitbereich umfasst bei AC-Signalen die Dauer von 1 1/3 Perioden der Referenzmessgröße und wird aus deren Nulldurchgängen abgeleitet. Mit der Wahl dieses Zeitbereiches können die Phasenbeziehungen zwischen den drei Phasen und dem Nulleiter optimal dargestellt werden.

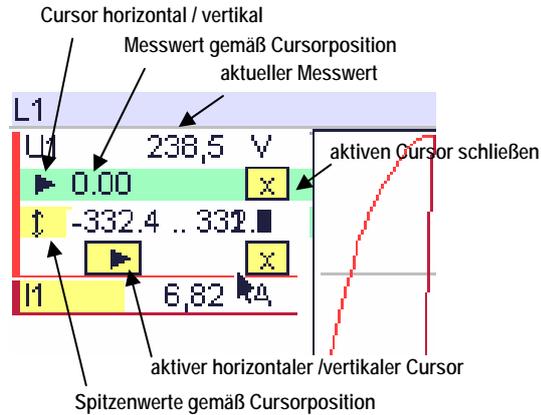
Die Kurvendarstellung beginnt stets am führenden Nulldurchgang der Referenzmessgröße. Bei stabilen Signalverhältnissen ist dies stets U1. Bei Ausfall wird automatisch U2, dann auf U3 als Referenzgröße umgeschaltet. Die dargestellten Phasenlagen beziehen sich auf die jeweilige Referenz.

Nach Wechsel in die Betriebsart „Hold“ wird der aktuelle Bildschirminhalt festgehalten.

Stop Dazu tippen Sie auf den Touch Key *Stop* in der Fußzeile der Anzeige.

Durch Tippen auf die gewünschte Messgröße wird ein Cursorfeld geöffnet, mit dem bis zu zwei horizontale und zwei vertikale Cursorlinien in die Grafik eingeblendet werden können (→ Kap. 5.2.4).

Tippen Sie auf den gewünschten Cursor, um die Cursorlinie zu aktivieren.



Der farblich abgesetzte Markierungsrahmen im numerischen Feld umfasst jetzt neben dem aktuellen Messwert auch die Anzeigefelder für die Cursors.

Bis zu zwei horizontale und zwei vertikale Cursorlinien können eingeblendet werden. Sie erscheinen gleichzeitig in der grafischen Darstellung. Von diesen können jeweils eine horizontale und eine vertikale mit dem Stylus über die Bildfläche bewegt werden. Darüber hinaus werden im gelb hinterlegten Cursorfeld ↓ die Spitzenwerte U_s bzw. I_s der ausgewählten Messgröße eingeblendet. Ein Cursor wird aktiviert, indem Sie auf das Feld des gewünschten Cursors tippen. Die Markierung wechselt in das gewählte Feld. Die numerischen Angaben beziehen jetzt auf diese Cursorlinie.

Das Feld der jeweils aktuellen Cursorlinie ist grün hinterlegt. Durch Tippen auf die Markierung wird der aktuelle Cursor ohne Öffnen einer anderen Cursorlinie geschlossen.

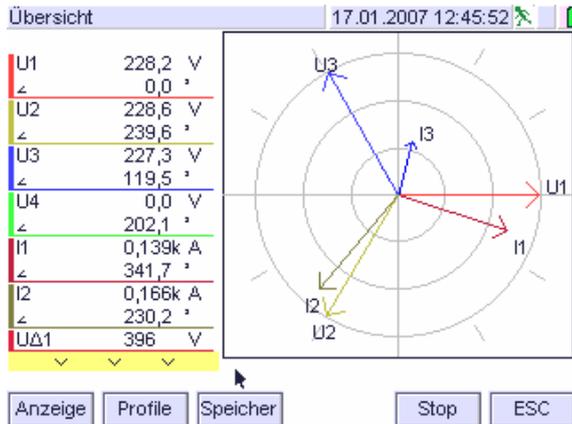
5.3.9 Vektordarstellung

Verfügbar unter L1 / L2 / L3 / L4 / SEL1...4, jedoch nur für die direkt gemessenen Größen U1, U2, U3, U4, I1, I2, I3, I4.



Grafische und numerische Darstellung der Phasenbeziehung der Grundharmonischen von Spannung und Strom am jeweiligen analogen Messeingang.

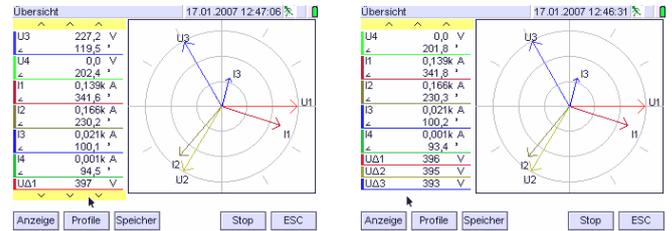
Anzeige der Drehfeldrichtung



Die grafische Darstellung mit sechs Wechselstromzeigern zeigt die aktuellen Messwerte zusammen mit den Phasenbeziehungen zwischen den Spannungen U1 bis U3, den Strömen I1 bis I3 sowie zwischen Spannung und Strom jeder Phase.

Die Phasenbeziehungen zwischen Spannung und Strom basieren auf den Phasenwinkeln der Grundharmonischen. Zur Berechnung der Winkelbeziehungen wird das Messsignal über das Verfahren der schnellen Fourier-Transformation (FFT) in seine spektralen Anteile zerlegt. Die Skalierung der Zeiger erfolgt automatisch in Abhängigkeit vom aktuellen Messwert des Referenzkanals U1, auf den auch alle Phasenbeziehungen synchronisiert werden. Demzufolge wird für die Spannung U1 ein Winkel von 0° zugeordnet. Bei Ausfall wird automatisch auf U2, dann auf U3 als Referenzgröße umgeschaltet. Die dargestellten Phasenlagen beziehen sich auf die jeweilige Referenz. Zusätzlich werden links von der grafischen Darstellung die aktuellen Messwerte von Spannung und Strom mit den zugehörigen Phasenverhältnissen eingeblendet.

Durch Tippen auf das gelb hinterlegte Feld oberhalb bzw. unterhalb der numerischen Anzeige werden die weiteren Messgrößen in die Anzeige geschoben. Sind keine Messgrößen vor oder nach der aktuellen Anzeige vorhanden, entfällt das gelbe Feld.



Nach Wechsel in die Betriebsart „Hold“ wird der aktuelle Bildschirminhalt festgehalten.

Stop Dazu tippen Sie auf den Touch Key *Stop* in der Fußzeile der Anzeige.

Im Dreiphasennetz liefert die Darstellung eine Aussage über die Drehfeldrichtung. Die Reihenfolge der Zeiger U1-U2-U3 im rechtsdrehenden Sinn stellt die Phasenreihenfolge eines Mitsystems dar.

Hinweis 1: Im symmetrischen Drehstromnetz gelten folgende Regeln für die komplexen Effektivwerte der sinusförmigen Phase-Sternpunktspannungen:

$$\underline{U}_{1N} = U_{1N}e^{j0^\circ}; \quad \underline{U}_{2N} = U_{2N}e^{j240^\circ}; \quad \underline{U}_{3N} = U_{3N}e^{j120^\circ}$$

Gleiches gilt für die Leiterströme.

Wird gemäß DIN 5489 „Richtungssinn und Vorzeichen in der Elektrotechnik“ das Verbraucherzählpfeilsystem zugrunde gelegt und die Spannung der Phase 1 als Referenzgröße der reellen Achse zugeordnet, erhalten die gegen den Uhrzeigersinn gezählten Winkel ein positives Vorzeichen (Mitsystem). Negative Vorzeichen bedeuten eine Umkehr der Phasenfolge (Gegensystem).

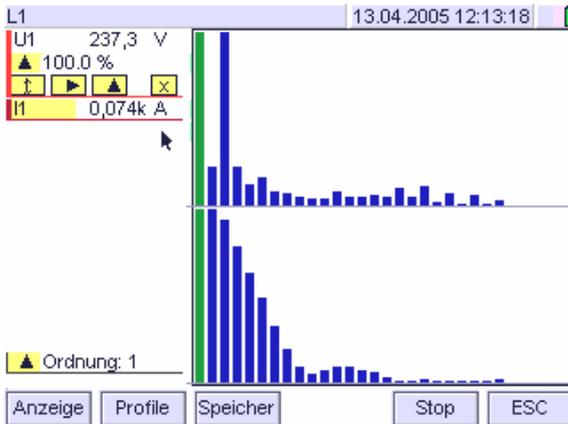
Die Winkel zwischen Spannung und Strom werden nach den willkürlichen, aber allgemein gebräuchlichen Definitionen in DIN 40110-1 berechnet. Demgemäß eilt bei *induktivem* Blindwiderstand des Verbrauchers die Spannung dem Strom (Bezugsgröße) voraus. Der Winkel φ hat ein positives Vorzeichen. Bei *kapazitivem* Blindwiderstand eilt die Spannung dem Strom nach, der Winkel φ hat ein negatives Vorzeichen.

5.3.10 Balkendarstellung - Spektralanalyse

Verfügbar unter L1-L4 / L1...L4 / FFT / PQ

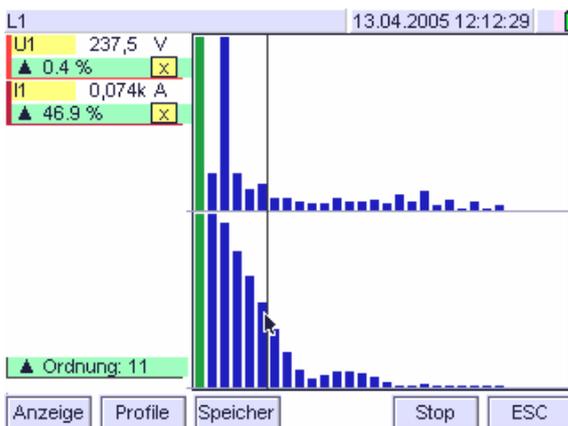


Grafische Darstellung der spektralen Anteile des periodischen Signals von Strom, Spannung und Leistung als Frequenzspektrum mit numerischer Angabe der Werte und des Prozentanteils des spektralen Anteiles von der Grundschwingung einer Phase.



Die grafische Darstellung zeigt die spektralen Anteile bis zur 50. Harmonischen für die gewählten Messfunktion (Oberschwingungen, Oberschwingungsgruppen, Oberschwingungsuntergruppen sowie Zwischenharmonische Gruppen und Zwischenharmonische Untergruppen). Die Skalierung erfolgt automatisch nach dem höchsten absoluten Wert der spektralen Anteile, die Grundschwingung wird abgeschnitten.

Das obenstehende Beispiel zeigt die ungeraden Harmonischen Anteile des Frequenzspektrums von Strom und Spannung bis zur 49. Oberschwingung für die Phase L1.



- ⇒ Durch Tippen auf das gelb hinterlegte Feld einer Messgröße in der numerischen Anzeige wird ein Cursorfeld geöffnet.
- ⇒ Durch Tippen auf das entsprechende Symbol wird die Cursorlinie eingeblendet.

Der vertikale Cursor ▲ markiert einen der Balken, der einen spektralen Anteil des Frequenzspektrums repräsentiert. Im alphanumerischen Anzeigefeld wird links unten die Ordnung des markierten Balkens angezeigt.

- ⇒ Durch Tippen auf den jeweiligen Balken wechselt die Cursorlinie in die neue Position. Im alphanumerischen Anzeigefeld links unten wird der angeählte spektrale Anteil eingeblendet.

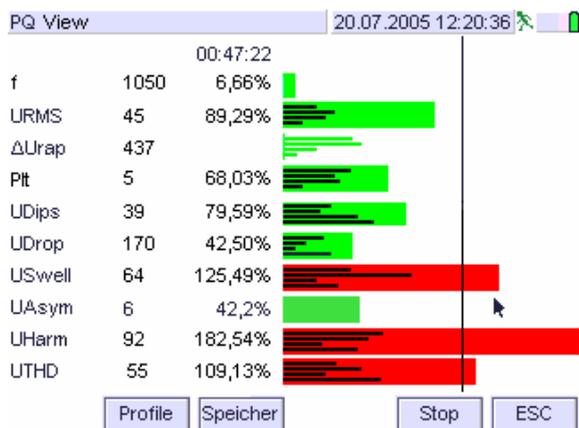
5.4 Darstellungsarten ereignisgesteuerter Messdaten

5.4.1 Balkendarstellung - Netzstöranalyse

Verfügbar unter PQ



Numerische und grafische Darstellung der für die Ermittlung der Spannungsqualität relevanten Messdaten mit Beobachtungszeitraum, Merkmal, Anzahl der Grenzwertüberschreitungen und deren Prozentwerte im Verhältnis zum erlaubten Verträglichkeitspegel.



In der linken Spalte sind die in die Bewertung einbezogenen Merkmale angeführt. Für jedes Merkmal werden die in den Phasen L1 bis L3 erkannten Grenzwertüberschreitungen sowie die Multiphasenereignisse gezählt (→ Anhang C Netzstöranalyse). Die Summe daraus wird in der darauf folgenden Spalte dargestellt. Die Anzahl der Grenzwertüberschreitungen je Merkmal ist die Grundlage für die analytische Bewertung der Netzqualität.

In der nächsten Spalte wird das Verhältnis zwischen erlaubter und erkannter Anzahl von Grenzwertüberschreitungen innerhalb eines definierten Zeitraumes in % dargestellt. Sie ergibt die Häufigkeit der Grenzwertverletzungen bezogen auf den je Merkmal definierten Verträglichkeitspegel und stellt somit das Ergebnis der Netzanalyse gemäß EN 50160 für die in die Betrachtung einbezogenen Merkmale dar.

In der Balkendarstellung repräsentiert die Länge der Balken das in % ausgedrückte Verhältnis von erlaubter und erkannter Anzahl von Grenzwertüberschreitungen. Die Grenze ist durch eine Grenzlinie markiert. Sie gilt für alle Ereignisse. Die schwarzen Balken gelten je Phase. Im Summenbalken wird die Überschreitung des Grenzwertes durch die Änderung der Farbe von grün auf rot angezeigt.

Hinweis 1: Für die Frequenz sind in EN 50160 zwei Grenzwerte angegeben. Der Fall „Überschreitung des 2. Grenzwertes“ wird ein Rufzeichen (!) vor dem Summenwert gekennzeichnet. Die Quantitative Auswertung enthält die Summe der beiden Grenzwerte.

Hinweis 2: Merkmale, für die es in EN50160 keine gesicherten Werte gibt, wurden nicht berücksichtigt (z.B. Interharmonische)

5.4.2 Statistikdarstellung - Netzstöranalyse

Verfügbar unter PQ



Numerische Darstellung der für die Spannungsqualität relevanten Messdaten je Phase und Gesamt sowie deren Gesamt-Prozentwerte bezogen auf den Verträglichkeitspegel.



Die Statistikdarstellung zeigt die in die Bewertung einbezogenen Merkmale mit der für jede Phase erkannten Anzahl der Grenzwertüberschreitungen. In der Spalte L1-L3 werden die Mehrphasenereignisse gezählt. Sie sind nur für Dips, Drops und Swells definiert.

Die Summe der Ereignisse (Spalte Σ) repräsentiert die Anzahl der Grenzwertüberschreitungen je Merkmal. Sie sind die Grundlage für die analytische Bewertung der Netzqualität.

In der letzten Spalte wird das Verhältnis zwischen erlaubter und erkannter Anzahl von Grenzwertüberschreitungen numerisch in % dargestellt. Sie ergibt die Häufigkeit der Grenzwertverletzungen bezogen auf den je Merkmal definierten Verträglichkeitspegel und stellt somit das Ergebnis der Netzanalyse gemäß EN 50160 für die in die Betrachtung einbezogenen Merkmale dar.

Die praxisnahe Statistikdarstellung erlaubt eine analytische Betrachtung der Grenzwertüberschreitungen für die einzelnen Phasen. Damit können gezielte phasenbezogene Unregelmäßigkeiten quantitativ erfasst und gegebenenfalls abgestellt werden. Dies ist insbesondere in Niederspannungsnetzen bei Anschluss vieler einphasiger Verbraucher von Bedeutung.

Rücksetzen der Ereignisstatistik:

Auswählen: **ON|MENU > PQ > Stat reset**



Mit Tippen auf den Touch Key Stat reset werden die bisher erfassten Zählwerte aller für die Spannungsqualität definierten Verträglichkeitspegel zurückgesetzt.

5.4.3 Tabellendarstellung von Ereignissen

Verfügbar unter PQ



Numerische Darstellung von Ereignissen für Strom und Spannung in der zeitlichen Reihenfolge ihrer Erkennung.

Hinweis: In der Tabellendarstellung werden alle freigegebenen Ereignisse aufgelistet, auch jene für Strom (z. B. Motor-Anlaufstrom).

PQ Events				
Datum / Zeit	Typ	Wert	Dauer	
04.06.2005 12:48:51,800	U2 Dip	128,4 V	360 ms	
04.06.2005 12:48:50,800	UΣ Dip	76,4 V	60 ms	
04.06.2005 12:48:40,400	UΣ Drop		1,3 s	
04.06.2005 12:28:50,000	Uunbal	3,4 %		
04.06.2005 12:27:19,340	UHdwn		49 s	
04.06.2005 11:15:40,000	PLT 1	1,3		
04.06.2005 10:21:20,000	U3H9	4,2 %		



Die definierten Messgrößen für Strom und Spannung werden lückenlos überwacht. Überschreitet ein Messwert den vorgegebenen oder eingestellten Grenzwert, wird das als Ereignis bezeichnete Phänomen erfasst und in die Liste eingetragen. Diese enthält für jedes Ereignis getrennt den Zeitpunkt des Auftretens, den Ereignistyp (Triggerursache), den zugehörigen Messwert und die Zeitdauer.

Nach Öffnen der Darstellungsart ist die Ereignisliste zunächst leer. In der Kopfzeile rechts weist ein darauf hin, dass die Messung läuft. Nach Erfüllen der Triggerbedingung wird das entsprechende Ereignis dargestellt.

Dargestellt werden zunächst Ereignisse, die gemäß EN 50160 als Merkmale der Spannung definiert sind (Netzstöranalyse). Des weiteren können allgemeine Ereignisse für Strom und Spannung erfasst werden. (Transienten). Für eine weitergehende analytische Betrachtung wird jede Phase getrennt aufgezeichnet.

Bedienschritte

Stellen Sie die Messparameter mit **Setup > Messparameter > Messprofil > edit** auf die gewünschten Werte ein.

Hinweis: Die Einstellungen können in einem eigenen Messprofil gespeichert werden. Dazu öffnen Sie mit **Messpar > Profil > neu** ein neues Messprofil.

Bestätigen Sie die Eingabe mit OK

Einstellhinweise

Die Darstellungen in den Kapiteln 5.4.1 und 5.4.2 dienen ausschließlich zur Darstellung der für die Spannungsqualität relevanten Merkmale. Für deren Erfassung sind die Messparameter wie folgt einzustellen:



Öffnen Sie das Menü Setup. Dazu tippen Sie im Hauptmenü auf **SETUP**. Die Anzeige wechselt in das Setup-Auswahlmenü



Mit **Messpar > Profil > edit > ▲ ▼** wählen Sie den gewünschten PQ-Messparameter aus ¹⁾.

Hinweis: Die Einstellungen können in einem eigenen Messprofil gespeichert werden. Dazu öffnen Sie mit **Messpar > Profil > neu** ein neues Messprofil.



Öffnen Sie das Einstellmenü mit Tippen auf den Messparameter.



Stellen Sie für jeden Messparameter den gewünschten Grenzwerte ein (→Kap.4.3.2)



Messparameter > Enabled Events

Aktivieren Sie die folgenden Messparameter:

- Enabled Events alle Events
- Events: Phasen U1, U2, U3, U4

Bestätigen Sie die Auswahl mit OK

Hinweis: Die für jedes Merkmal erlaubte Anzahl der Ereignisse bezieht sich auf das Netz. Gemäß EN 50160 ist es nicht von Bedeutung in welcher Phase ein Ereignis aufgetreten ist.

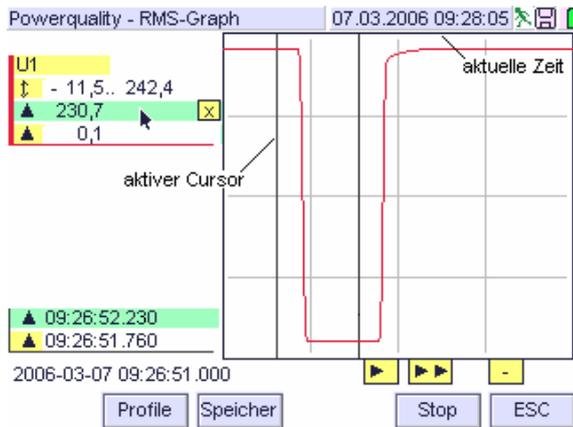
¹⁾ Fabrikseinstellungen siehe Kap. 4.3.2, PQ-Parameter

5.4.4 Darstellung des Effektivwertverlaufes von Strom und Spannung

Verfügbar unter PQ



Grafische Darstellung des Verlaufes des zuletzt erfassten Strom- bzw. Spannungereignisses über einen definierten Zeitraum.



In der grafischen Darstellung RMS-Graph wird der Verlauf der 1/2-Perioden Effektivwerte des zuletzt erfassten Kurzzeitereignisses von Strom und Spannung aller aktivierten Strom- und Spannungskanäle dargestellt. Eine Aufzeichnung wird durch Überschreiten des vorgegebenen Triggerpegels (Verträglichkeitspegel) ausgelöst. Die Aufzeichnung bleibt solange gespeichert, bis sie vom nächstfolgenden Ereignis überschrieben wird (Ringmode).

Der Zeitabstand der in der Zeitachse unmittelbar aufeinander folgenden Kurvenpunkte beträgt gemäß EN 50160 10ms, deren Anzahl ist zwischen 300 und 3500 je Ereignis einstellbar, die maximale Aufzeichnungsdauer ist demgemäß 35 Sekunden. Am Display wird ein Zeitabschnitt von 1960ms dargestellt, der darüber hinaus gehende Zeitabschnitt kann mit der unterhalb der Grafik angeordneten Scrolltaste ► um jeweils einen Pixel, mit ►► um jeweils ein Rasterfeld nach rechts verschoben. Gleiches gilt für die Verschiebung nach links mit den Scrolltasten ◀ und ◀◀. Ist das Ende des Zeitbereiches erreicht, werden die entsprechenden Scrolltasten ausgeblendet.

Mit den zusätzlich eingeblendeten Cursorlinien sowie den dazugehörigen numerischen Angaben kann die Messreihe analysiert werden. → Kap. 5.2.4

Das oben dargestellte Beispiel zeigt einen Spannungssprung von 230 auf 0V, die vertikalen Cursorlinien markieren einen Zeitraum von 530ms. Links unten ist die Beginnzeit des Ereignisses angegeben. Die linke Cursorlinie ist aktiv. Sie kann über den dargestellten Zeitbereich verschoben werden.

Bei aktiviertem Speicher werden die Events auf dem gewählten Speichermedium abgelegt. In der Betriebsartenanzeige (Kopfzeile rechts) wird das Symbol für den Ereignisspeicher eingeblendet. Die Einstellungen dazu werden im Speicher-Menü vorgenommen (→ Kap. 4.5.ff).

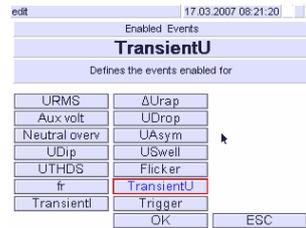
Einstellhinweise

Für die Erfassung des r.m.s –Spannungsverlaufes gemäß EN 50160 werden die Mess- und Speicherparameter wie folgt eingestellt:



Setup

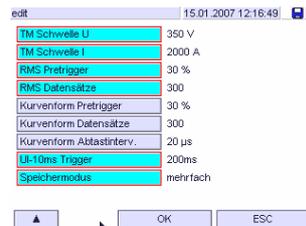
Öffnen Sie das Menü Setup. Dazu tippen Sie im Hauptmenü auf **SETUP**. Die Anzeige wechselt in das Setup-Auswahlmenü



Messparameter > Enabled Events

Stellen Sie die Messparameter

- Enabled Events und
 - Events: Phasen enable
- auf die gewünschten Messgrößen (→Kap.4.3.2).



Speicherparameter

Stellen Sie die Speicherparameter wie folgt ein:

- TM Schwelle U bzw. TM Schwelle I auf die gewünschte Ansprechschwelle
- RMS Pretrigger auf die zeitliche Triggerposition bezogen auf den Gesamt- Aufzeichnungsraum
- RMS Datensätze auf die Anzahl der Datensätze
- Speichermodus auf den Ablaufmodus für Triggerung und Anzeige



Nach Einstellen der Parameter wechseln Sie in das Messmenü **PQ > rms graph**.

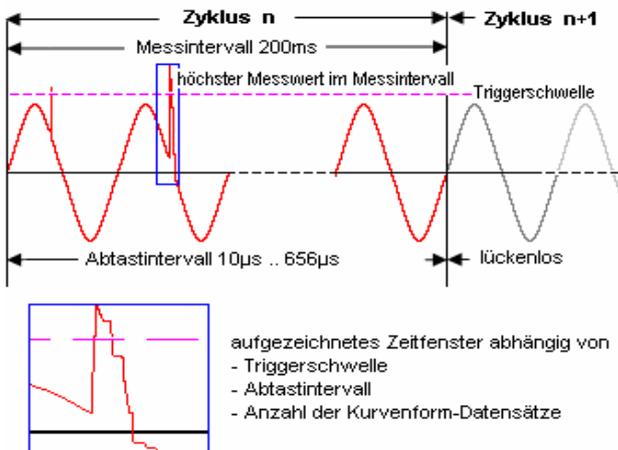
Hinweis 1: Bei Einstellung des Speichermodus auf mehrfach wird jeweils das letzte Ereignis angezeigt. Treten innerhalb der für die Speicherung erforderlichen Zeit weitere Transienten auf, werden dafür keine Dateien angelegt. Erst nach Ablegen der Daten für den erfassten Transienten können weitere Transienten als Kurvenform gespeichert und angezeigt werden.

5.4.5 Erfassen und Darstellen des Kurvenverlaufes von Strom und Spannung - Transientenmessung
Verfügbar unter PQ

 Darstellung der Kurvenform des höchsten in einem Zeitraum von 200ms aufgetretenen Ereignisses für Strom und Spannung bei Überschreitung der einstellbaren Triggerschwelle.

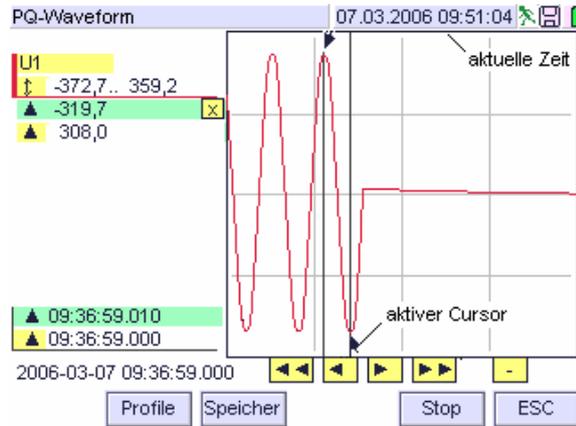
Hinweis: Transienten unterscheiden sich von anderen Merkmalen der Versorgungsspannung schon dadurch, dass kein unmittelbarer Zusammenhang mit der Netzfrequenz besteht. Die Aufzeichnung von netzfrequenten Spannungs- und Stromsprüngen ist dennoch von hohem Interesse, da diese Vorgänge die Betriebssicherheit der Netzteilnehmer beeinträchtigen können.

Die grafische Darstellung Waveform stellt den Verlauf der Kurvenpunkte (Abtastintervall) von transienten Ereignissen aller aktivierten Strom- und Spannungskanäle dar. Für jedes 200ms Messintervall wird der höchste Messwert ermittelt. Eine Aufzeichnung des Ereignisses um diesen wird durch Überschreiten der einstellbaren Ansprechschwelle (Triggerpegel) ausgelöst (siehe Hinweis 1). Der Transiententrigger arbeitet auf den Betrag der Spannung, d. h. auch negative Ereignisse (Transienten) werden aufgezeichnet. Die Aufzeichnung bleibt solange gespeichert, bis sie vom nächstfolgenden Ereignis überschrieben wird (Ringmode).



Der Zeitabstand der in der Zeitachse unmittelbar aufeinander folgenden Kurvenpunkte ist zwischen $10\mu s$ und $655\mu s$, deren Anzahl zwischen 300 und 3500 je Ereignis einstellbar. Der aufgezeichnete Zeitraum entspricht dem Abtastintervall, multipliziert mit der Anzahl der Datensätze (= Kurvenpunkte). Davon können am Display 196 Kurvenpunkte dargestellt werden. Der darüber hinausgehende Zeitabschnitt kann mit der unterhalb der Grafik angeordneten Scrolltaste \blacktriangleright um jeweils ein Pixel, mit $\blacktriangleright\blacktriangleright$ um jeweils ein Rasterfeld nach rechts verschoben. Gleiches gilt für die Verschiebung nach links mit den Scrolltasten \blacktriangleleft und $\blacktriangleleft\blacktriangleleft$. Ist das Ende des Zeitbereiches erreicht, werden die entsprechenden Scrolltasten ausgeblendet.

Mit den zusätzlich eingeblendeten Cursorlinien sowie den dazugehörigen numerischen Angaben kann die Messreihe analysiert werden (\rightarrow Kap. 5.2.4).



Das in obiger Grafik dargestellte Beispiel zeigt den Spannungseinbruch einer leicht unsymmetrischen Spannung mit einem 200ms-Effektivwert von 222V (theoretischer Wert), mit der positiven Spitze von ca. 308,0V und der negativen Spitze von ca. -319,7V. „Ca.“ deshalb, weil der exakte Kurvenverlauf in der gewählten Zeitauflösung $655\mu s$ auch annäherungsweise nicht festgestellt werden kann. Die Anzahl der Datensätze wurde mit 300 gewählt, der Pretrigger auf 10% gesetzt. Der Zeitraum für die Aufzeichnung umfasst $655[\mu s] \times 300 = 196,5ms$ oder 9,825 Perioden, darin enthalten sind 19,65ms Pretrigger (ca. 2 Perioden von der Netzfrequenz). Aufgrund der gewählten kleinen Anzahl der Datensätze konnte die Spannungswiederkehr nicht aufgezeichnet werden.

Die vertikalen Cursorlinien markieren den Zeitabstand von 10ms. Im alphanumerischen Feld links unten ist die Beginnzeit des Ereignisses angegeben. Die rechte Cursorlinie ist aktiv. Sie kann über den dargestellten Zeitbereich verschoben werden.

Mit den zusätzlich eingeblendeten Cursorlinien sowie den dazugehörigen numerischen Angaben kann die Messreihe analysiert werden. \rightarrow Kap. 5.2.4

Bei aktiviertem Speicher werden die Ereignisse auf dem gewählten Speichermedium abgelegt. In der Betriebsartenanzeige (Kopfzeile rechts) wird das Symbol für den Eventspeicher eingeblendet. Die Einstellungen dazu werden im Speichermenü vorgenommen (\rightarrow Kap. 4.5.ff).

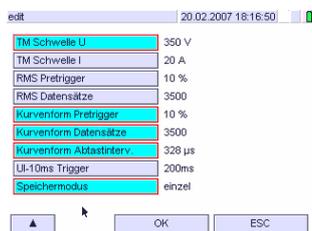
Einstellhinweise für PQ- Ereignisse

Für die Erfassung von PQ- Ereignissen werden die Mess- und Speicherparameter wie folgt eingestellt (angegeben sind nur die wesentlichen Parameter):

Öffnen Sie das Menü Dazu tippen Sie im Hauptmenü auf **SETUP**. Die Anzeige wechselt in das Setup-Auswahlmenü



Setup > Messparameter > edit (Triggerbedingungen)



Setup > Speicherparameter > edit

Stellen Sie die Messparameter

- Enabled Events und
- Events: Phasen enable

auf die gewünschten Messgrößen, sowie

- PQ- Triggerschwellen

auf die gewünschten Ansprechschwellen (→Kap.4.3.2).

Stellen Sie die Speicherparameter wie folgt ein:

- TM Schwelle U auf die gewünschte Ansprechschwelle
- Kurvenform Pretrigger auf die zeitliche Triggerposition bezogen auf den Gesamt- Aufzeichnungsraum
- Kurvenform Datensätze auf die Anzahl der Datensätze
- Kurvenform Abtastintervall auf den Zeitabstand der Kurvenpunkte
- Speichermodus auf den Ablaufmodus für Triggerung und Anzeige

OK Bestätigen Sie die Auswahl mit OK



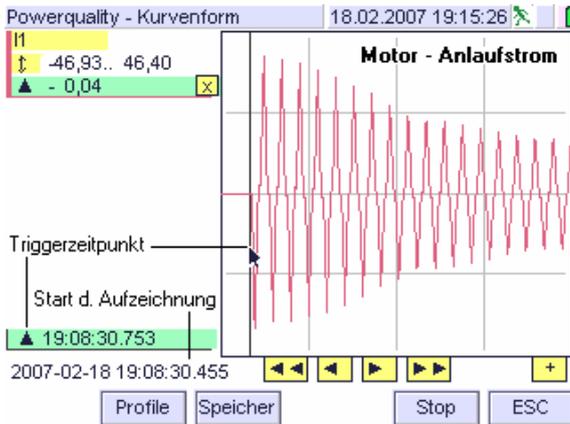
Nach Einstellen der Parameter wechseln Sie in das Messmenü PQ. Die grafische Darstellung der Kurvenform ist unter Waveform verfügbar.

Hinweis 1: ¹⁾ Triggerkriterium ist das Überschreiten einer Ansprechschwelle. Aufgezeichnet werden die Abtastwerte rund um den höchsten Messwert im 200ms-Messintervall. Tritt nach Erfüllen der Triggerbedingung innerhalb des laufenden 200ms- Intervalls ein höherer Abtastwert auf wird das Ereignis rund um diesen aufgezeichnet. Damit kann es vorkommen, dass die erste Überschreitung nicht aufgezeichnet wird. Diese Bedingung entspricht der PQ-Anforderung, wonach der höchste Wert festzustellen ist (nicht der erste!).

Hinweis 2: Bei Einstellung des Speichermodus auf mehrfach wird jeweils das letzte Ereignis angezeigt. Treten innerhalb der für die Speicherung erforderlichen Zeit weitere Transienten auf, werden dafür keine Dateien angelegt. Erst nach Ablegen der Daten für den erfassten Transienten können weitere Transienten als Kurvenform gespeichert und angezeigt werden.

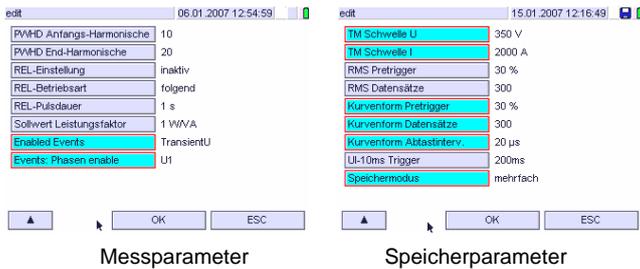
Hinweis 3: Abtastintervall und der Pretrigger sind an die zu erwartende Länge des Ereignisses anzupassen. Bei zu hoher Auflösung und ungünstigem Triggerzeitpunkt kann es vorkommen, dass der Signalverlauf nur teilweise aufgezeichnet werden kann.

Einstellhinweise für Transientenmessung
Beispiel: Motor-Anlaufstrom



Für die Transientenmessung werden die Mess- und Speicherparameter wie folgt eingestellt (angegeben sind nur die wesentlichen Parameter):

Öffnen Sie das Menü Setup. Dazu tippen Sie im Hauptmenü auf **SETUP**. Die Anzeige wechselt in das Setup-Auswahlmenü



Stellen Sie die Messparameter

- Enabled Events und
- Events: Phasen enable

auf die gewünschten Messgrößen (→Kap.4.3.2).

Stellen Sie die Speicherparameter wie folgt ein:

- TM Schwelle I auf die gewünschte Ansprechschwelle
- Kurvenform Pretrigger auf die zeitliche Triggerposition bezogen auf den Gesamt- Aufzeichnungsraum
- Kurvenform Datensätze auf die Anzahl der Datensätze
- Kurvenform Abtastintervall auf den Zeitabstand der Kurvenpunkte
- Speichermodus auf den Ablaufmodus für Triggerung und Anzeige

Bestätigen Sie die Auswahl mit OK

Nach Einstellen der Parameter wechseln Sie in das Messmenü PQ. Die grafische Darstellung der Kurvenform ist unter Waveform verfügbar.



5.5 Frequenzumrichter-Messungen

Verfügbar unter L1-L4 / L1...L4 / W / FFT // SEL1...5

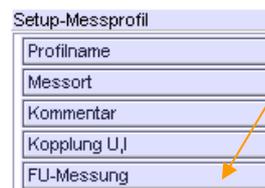
Hinweis.

Drehzahlveränderbare Antriebe werden mit Asynchronmotoren realisiert, welche konventionell mit einem Energie vernichtenden By-Pass ausgerüstet sind. Mit einem Frequenzumrichter können solche Maschinen energieeffizienter konstruiert und betrieben werden.

Darstellungsarten

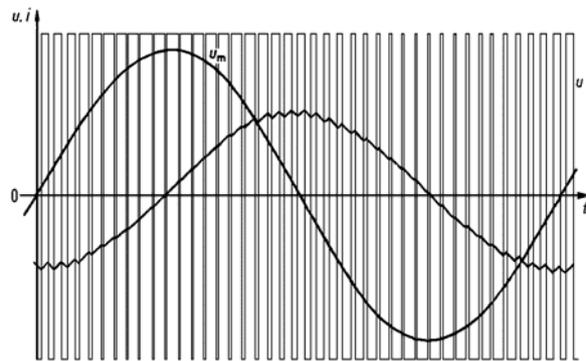
Für die Frequenzumrichtermessung sind die Darstellungsarten Numerisch, Tabelle, Matrix, Schreiber, Scope, Vector und Harmonisch-Balken verfügbar.

Einstellung:



Stellen Sie im Menü Setup – Messprofil den Parameter FU-Messung auf *ein*

Amplitude und Frequenz der Ausgangsspannung werden durch das Puls-Pausen-Verhältnis der Taktfrequenz (auch als Puls- bzw. Chopperfrequenz bezeichnet) verstellt. Dabei wird das Tastverhältnis zwischen positiven und negativen Spannungswerten so gewählt, dass sich als Mittelwert eine Sinusfunktion ergibt. Die Motorspannung besteht aus einzelnen Pulsen mit konstanter Amplitude und variabler Pulsbreite (Pulsweitenmodulation). Daraus ergibt sich die gewünschte Ausgangsfrequenz, mit der die Motordrehzahl geregelt wird.



Motorspannungen und Motorströme eines Spannungswischenkreisumrichters

Zur Spannungs-, Strom- und Frequenzmessung im MAVOWATT 50 werden Spannung und Strom des Antriebes über ein digitales Filter mit ca. 120 Hz Eckfrequenz und einer Dämpfung von größer 70 dB bei 500Hz geführt. Dadurch werden einzelne Spannungsimpulse des lastseitigen Umrichters gefiltert. Mit dem gefilterten Signal erhält man die grundlegenden Messgrößen einer Wechselspannung, aus denen Spannung, Strom und Drehfeldfrequenz berechnet werden können.

5.5.1 Darstellungsarten für Frequenzumrichter-Messungen

Darstellung von Strom und Spannung

Aufgrund der hohen Aussagekraft für den Betriebszustand eines Drehstromantriebes erfolgt die Kurvendarstellung von Spannung und Strom mit dem gefilterten Signal.

Hinweis: Mit dem MAVOWATT 50 führt die reine Messung des Effektivwertes infolge der hohen Bandbreite von 100 kHz der Ausgangssignale nicht zum Ziel. Darüber hinaus muss die Taktfrequenz aus der Messung gefiltert werden. Für Geräte die für eine Messung mit Nennfrequenz 50 / 60Hz ausgelegt sind ist die beschriebene Maßnahme nicht erforderlich.

Berechnung der Wirkleistung

Diese Berechnung wird mit dem nicht gefilterten Signal durchgeführt. Damit können alle Oberschwingungsanteile bis 20 kHz in die Messung mit einbezogen werden. Gute Rückschlüsse auf die mechanische Leistung und die Wicklungserwärmung sind daher möglich.

Berechnung der Scheinleistung

Zur Berechnung der Scheinleistung wird das Produkt aus gefilterter Spannung und gefiltertem Strom des (Motor)stromes herangezogen.

Berechnung und Darstellung der Oberschwingungen

Die Berechnung der Oberschwingungen erfolgt mit dem FFT-Verfahren. Spannungs- und Stromoberschwingungen werden mit dem gefilterten Signal dargestellt.

Die Berechnung der Wirkleistungsoberschwingungen wird mit den nicht gefilterten Signalen durchgeführt.

5.5.2 Messanschluss für Frequenzumrichter-Messungen

Hinweise zur Messung an Frequenzumrichtern

Der Frequenzumrichter wirkt als Oberschwingungsgenerator am Netz. Daher ist eine Kontrolle der Kurvenform der Spannung am Eingang des Frequenzumrichters angebracht. Verzerrungen, Abflachungen oder kurzzeitige Störungen (Transienten, Kommutierungsspiques) können den Betrieb am Netz stören.

Für Messungen auf der Eingangsseite des Frequenzumrichters stellen Sie den Parameter FU-Messung auf *aus*. Störfaktoren können in der Darstellungsart Scope am Display dargestellt werden.

Für Messungen auf der Ausgangsseite des Frequenzumrichters wird die Bandbreite begrenzt. Stellen Sie dafür den Parameter FU-Messung auf *ein*.

Hinweise zur Messanordnung

Der Aufbau des Messkreises in Umrichterkreisen ist in starkem Maße abhängig von der Bauart des Umrichters. Störungen durch Seitenbänder und das Verhalten des Stenpunktes zählen zu jenen Kriterien, die beim Messaufbau besonders beachtet werden müssen. In den meisten Fällen ist das Verhalten des Frequenzumrichters jedoch nur teilweise oder nicht bekannt. Daher werden in diesem Abschnitt Messkreise empfohlen, die für die meisten Messungen zu einem guten Ergebnis führen.

Grundsätzlich gilt für die Messungen mit dem MAVOWATT 50 in Umrichterkreisen:

- Zur Stromerfassung werden im allgemeinen Stromwandler verwendet werden. Eine Strommessung mittels Nebenwiderstände ist wegen des schlechten Verhältnisses Nutzsinal zu Störsignal nicht immer zielführend.
- Die Spannungserfassung muss stets gegen einen Sternpunkt erfolgen, um richtige Phasenbeziehungen und für die abgeleiteten Größen korrekte Messwerte zu erhalten. Der Anschluss der Spannungspfade kann nach den in Kap. 7.2.2 beschriebenen Messschaltungen durchgeführt werden.

5.6 Trigger - Grenzwertmeldefunktion

Für die im Menü *Trigger (Grenzwerte)* ausgewählten Messgrößen wird das Überschreiten eines oberen bzw. unteren Grenzwertes für bis zu vier Messgrößen an dem als Sammelalarm wirkenden Alarmausgang (Relaiskontakt) signalisiert. Darüber hinaus können Grenzwertüberschreitungen zusammen mit allen für Speichern gewählten Messgrößen auf einem USB- Speichermedium oder einer CF- Card gespeichert und über einen PC ausgedruckt werden.

Bedienvorgang

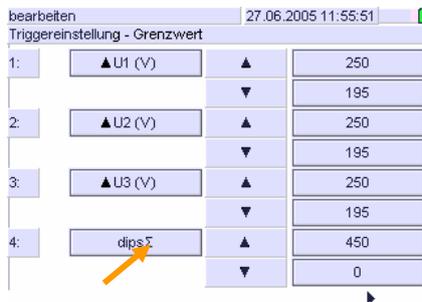
Zur Einstellung der Grenzwertmeldefunktion bzw. des Alarmdrucks sind nacheinander die folgenden drei Bediensequenzen durchzuführen:

① Definieren der zu überwachenden Messgrößen

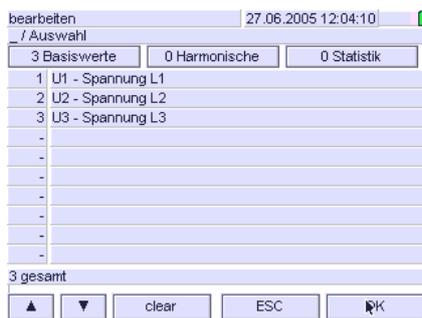
ON|MENU > Setup > Trigger > [Position 1 .. 4]



Öffnen Sie mit dem mitgelieferten Stylos (oder mit dem Finger) das Einstellmenü *Trigger*



Wählen Sie die gewünschte Position der zu überwachenden Messgröße aus. Die Anzeige wechselt in die Liste der Messgrößen



Definieren Sie die zu überwachende Messgröße (→ Kap. 4.4. f).



Mit *clear* wird die gesamte Messgrößenauswahl gelöscht.



Mit OK kehren Sie in den Messmodus zurück.

Hinweis: Überschreitet eine Messgröße mit zugeordneter Messart Maximum (z.B. ▲U1) oder Minimum (z.B. ▼U1) den eingestellten Grenzwert, so führt dies zu einem Daueralarm. Für zu überwachende Messgrößen sind daher in der Regel nur die Messarten *Effektiv* (Momentanwert) oder Mittelwert bzw. Periode sinnvoll.

② Einstellen der Grenzwerte

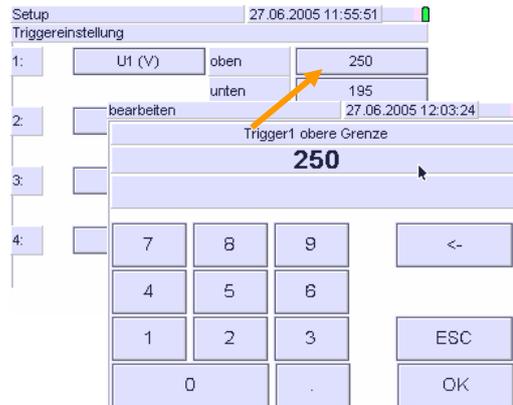
ON|MENU > Setup > Trigger > [Grenzen 1 ... 4]



Öffnen Sie mit dem mitgelieferten Stylos (oder mit dem Finger) das Eingabefenster für die *Grenzen*



Stellen Sie den Grenzwert für die Messgröße ein.



Bestätigen Sie die Eingabe mit *OK*.

Nach der Bestätigung wird das Eingabefenster geschlossen, in der Anzeige wird das Einstellmenü dargestellt.

Wiederholen Sie den Einstellvorgang für den unteren und oberen Grenzwert jeder Messgröße, die überwacht werden soll.



Wenn alle Grenzen eingegeben sind, bestätigen Sie diese im Einstellmenü *Trigger* mit *OK*. Das Gerät befindet sich im Messmodus.

③ Aktivieren der Grenzwertmeldefunktion

Die Grenzwertmeldung ist ohne weitere Bedienschritte aktiv. Zusätzlich kann sie über das eingebaute Relais abgesetzt werden:

Auswählen: Setup – Messparameter – Relais-Parameter

Die Art der Grenzwertmeldung ist abhängig von der gewählten Relais-Einstellung (Arbeits- oder Ruhekontakt) und der Betriebsart. Sie kann dauernd oder auf Zeit bezogen abgesetzt werden. → Kap. 4.3.2



Die zur Grenzwertüberwachung aktivierten Messgrößen werden in jeder Messfunktion überwacht.

5.7 Aufzeichnen von Messreihen, Ereignissen und statistischen Werten

Wichtiger Hinweis: Während einer Aufzeichnung können Zählerstände, Minima, Maxima und Statistikwerte nicht rückgesetzt werden.

5.7.1 Auswahl des Speichermediums

Messdaten werden wahlweise auf dem internen Speicher, einem am USB-Port angesteckten Speichermedium oder einer CF-Card gespeichert. Die zu einer Messung gehörenden Messdaten werden in einem Datenordner abgelegt. Die Konfiguration einer Aufzeichnung wird im Speichermenü vorgenommen (→ Kap. 4.2.2; → 4.4 → 4.5.1).

Einstecken / Entnehmen des Speichermediums

- ☞ Ziehen Sie das Speichermedium erst ab, wenn der Lesevorgang beendet ist (USB: min. 3 s nach Drücken der Taste Print)! Das Entfernen während des Lesevorganges kann zu Verlust von Daten führen.
 - ☞ Prüfen Sie vor dem Einstecken des Speichermediums, dass dessen Schreibschutz (Write-Protect-Schalter) nicht aktiviert ist.
- ⇒ Zum Entnehmen der CF-Card drücken Sie behutsam den Auswurfknopf.

5.7.2 Auswahl der Speicherparameter

Öffnen Sie das Speichermenü. Dazu tippen Sie

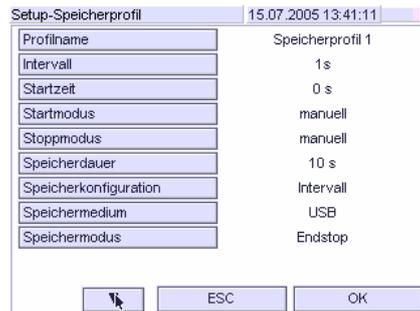
-  - im Hauptmenü auf das Symbol Speicher
-  - im Messmodus auf den Button Speicher

Im geöffneten Speichermenü werden die gewünschten Speicherparameter eingestellt. Darüber hinaus enthält die Anzeige *Hinweise* zur Speicherprozedur.



- ☞ Wählen Sie das gewünschte Messprofil (→ Kap. 4.2.2), die Datenpunkte (→ Kap. 4.4) und das Speicherprofil (→ Kap. 4.5.1) aus.
- ☞ Wählen Sie einen Dateinamen (→ Kap. 4.5.1)

Über die Buttons Messprofil, Datenpunkte, Speicherprofil und Trigger werden die aktuellen Mess- und Speicherparameter eingeblendet.



Die eingestellten Parameter (Messprofil, Speicherprofil, Trigger) sowie die gewählten Datenpunkte gelten für die aktuelle Messung. Sie können vor dem Start einer Aufzeichnung geändert werden. Während der Aufzeichnung ist eine Änderung nicht möglich.

5.7.3 Starten einer Aufzeichnung

Im Hauptmenü: ON|MENU – Speichern – Start

In der Anzeige: Speicher - Start

Das Starten einer Aufzeichnung kann ausgelöst werden

- manuell, unmittelbar durch Drücken der Taste Start
- zeitverzögert durch Vorgabe von Beginnzeit- und -datum
- durch ein externes Signal am Digitaleingang Status IN b

a) Manueller Start einer Aufzeichnung

 Die Aufzeichnung startet durch Tippen des Buttons *Start*.

Fehlt das ausgewählte Speichermedium, erscheint auf der Anzeige eine entsprechende Meldung:



Wenn Sie die Speicherung starten ohne der angezeigten Aufforderung das gewählte Speichermedium einzustecken Folge zu leisten, werden die Daten auf dem internen Speicher zwischengespeichert.

Eine laufende Aufzeichnung wird mit dem Diskettensymbol in der Kopfzeile angezeigt. Die Messwerte werden im internen Speicher zwischengespeichert und in regelmäßigen Zeitabständen auf das gewählte Speichermedium übertragen. Während einer Aufzeichnung kann das Speichermedium getauscht oder entfernt werden, wenn zu diesem Zeitpunkt keine Daten gelesen werden. Auf dem Display erscheint eine entsprechende Anzeige:



Daten, die während der Zeit des Tausches des gewählten Speichermediums anfallen, werden auf dem internen Speicher zwischengespeichert.

b) Uhrzeitgesteuerter Start einer Aufzeichnung

- ☞ Stellen Sie den Parameter Startzeit auf die gewünschte Zeit
- ☞ Setzen Sie im Speicherprofil den Parameter Startmodus auf Zeit

Die Speicherung ist initialisiert, jedoch noch nicht aktiv. Die Aufzeichnung wird gestartet wenn Beginndatum und Beginnzeit überschritten werden.

c) Extern gesteuerter Start einer Aufzeichnung

Zum Starten der Aufzeichnung einer Messreihe über ein externes Signal wird der Digitaleingang Status IN b an eine Signalquelle angeschlossen (≤ 30V DC!). Bei Wechsel des Zustandes wird die Aufzeichnung gestartet / gestoppt.

- ☞ Setzen Sie im Speicherprofil den Parameter Startzeit auf extern
- ☞ Stellen Sie im Speicherprofil den Parameter Startmodus auf extern bzw. extern invers.

Das Gerät wartet nun mit dem Aufzeichnungsbeginn bis am Digitaleingang ein Wechsel des Signals von Low auf High (extern) bzw. von High auf low erfolgt.

5.7.4 Sichern von Messdaten während einer Aufzeichnung

Im Hauptmenü: ON|MENU – Speichern – Stop

 Im Speichermenü: Tippen Sie auf den Button sichern

Durch Tippen des Button sichern werden die im internen Speicher zwischengespeicherten Messdaten auf das gewählte Speichermedium übertragen.

 Durch Tippen auf den Button Kontrolle werden die im internen Speicher verfügbaren Daten im Display eingeblendet.

5.7.5 Beenden einer Aufzeichnung

ON|MENU – Speichern - Stop

Das Beenden einer Aufzeichnung kann erfolgen

- unmittelbar durch manuelle Bedienung (Tastendruck),
- zeitgesteuert durch Vorgabe von Endzeit- und -datum

Die Einstellung der Parameter für Speichern wird im Menü Speicherkonfiguration vorgenommen (→ Kap. 4.5 und 4.5.1).

a) Manuelles Beenden einer Aufzeichnung

ON|Menu Die Hauptanzeige zeigt die Symbole der Messfunktionen



Tippen Sie auf das Symbol speichern

Im geöffneten Untermenü Speichern werden die aktuellen Speicherparameter angezeigt.



Die Aufzeichnung stoppt durch Drücken des Buttons Stop.

Gleichzeitig wird die Diskette in der Kopfzeile ausgeblendet.

b) Zeitgesteuertes Beenden einer Aufzeichnung

Eine laufende Aufzeichnung wird automatisch beendet, wenn *Enddatum* und *Endzeit* überschritten werden. Es sind keine weiteren Bedienschritte erforderlich.

Die gewünschte Einstellung der Aufzeichnungsparameter muss vor dem Starten einer Aufnahme durchgeführt werden.

5.8 Wiedergeben und Bearbeiten von gespeicherten von Messdaten

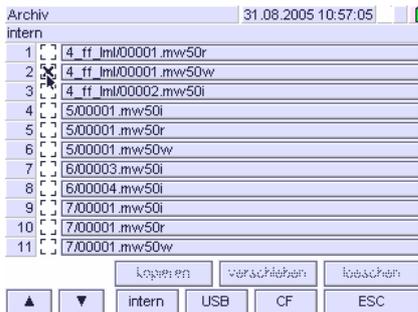
ON|MENU – Archiv – [Auswahl]

Die auf einem Speichermedium gespeicherten Dateien können am LC-Display angezeigt werden.

ON|Menu Die Hauptanzeige zeigt die Symbole der Messfunktionen



Tippen Sie auf das Symbol *Archiv*



Auf der Anzeige wird die Liste der gespeicherten Dateien mit den automatisch vergebenen Laufzahlen und den Dateinamen dargestellt.

☞ Wählen Sie die zu bearbeitende Datei aus, indem Sie auf das Auswahlfeld zwischen Laufzahl und Dateinamen tippen. Die ausgewählte Datei wird mit einem **x** markiert. Gleichzeitig werden die Buttons für die Auswahl der Bearbeitungsarten *kopieren*, *verschieben* und *löschen* aktiviert.



Mit den Buttons ▲ ▼ kann im Archiv geblättert werden. Sie werden eingeblendet wenn die Liste der Dateien mehr als eine Displaysite umfasst.

5.8.1 Wiedergeben einer Datei

- ☞ Wählen Sie die gewünschte Datei aus
- ☞ Tippen Sie auf den Balken mit der Bezeichnung jener Datei, die Sie anzeigen wollen.

Die Datei wird am Display des Gerätes angezeigt. Für grafische Darstellungen können die Cursorlinien mit den der Cursorposition entsprechenden Messwerten eingeblendet werden. Somit ist eine Analyse der gespeicherten Daten am Gerät möglich. → Kap. 5.2.4

5.8.2 Verschieben und Kopieren einer Datei

- ☞ Wählen Sie die gewünschte Datei aus
- ☞ Wählen Sie die gewünschte Bearbeitungsart *kopieren* oder *verschieben* aus.

Die Anzeige wechselt in das entsprechende Auswahlmenü. Wenn keine Manipulationen vorgenommen werden sollen, tippen Sie auf den Button *abbrechen*. Damit kehrt die Anzeige in die Liste der gespeicherten Dateien zurück.



☞ Wählen Sie das Speichermedium aus, auf das Sie die Datei kopieren oder verschieben wollen. Nach Tippen des entsprechenden Buttons kehrt die Anzeige in die Liste der gespeicherten Dateien zurück.

[☞] Mit *abbrechen* kehrt die Anzeige ohne Änderung in die Liste der gespeicherten Dateien zurück.

5.8.3 Löschen einer Datei

- ☞ Wählen Sie die Datei aus, die gelöscht werden soll.
- ☞ Wählen Sie die Bearbeitungsart *löschen* aus.

Auf dem LC-Display wird die Sicherheitsabfrage eingeblendet, ob Sie die Datei wirklich löschen wollen.

⇒ Mit *Löschen ja* wird die Datei gelöscht, die Anzeige kehrt in die Liste der gespeicherten Dateien zurück.

⇒ Mit *Löschen nein* kehrt die Anzeige ohne Änderung in die Liste der gespeicherten Dateien zurück.

6. VERFÜGBARE MESSGRÖSSEN

Alle Messwerte werden simultan und lückenlos jede 200ms gebildet; bei 50/60 Hz werden sie auf 10/12 Signalperioden synchronisiert. Sie können in Intervallen von 0,2s ... 2h als momentane Messwerte oder / und als Höchst-, Niedrigst-, Mittelwerte aufgezeichnet werden. Die Aktualisierung der Anzeige erfolgt im 1-Sekunden-Takt.

Kennung der Messarten:

- momentaner (Effektiv-)Wert
(gebildet über ein lückenloses Messintervall von 1 Sekunde)
- für Messintervalle gemäß IEC 61000-4-ff besitzt das Zeitfenster eine Breite von 200ms.
- ▲ Höchstwert im eingestellten Intervallzeitraum,
- ▼ Niedrigstwert im eingestellten Intervallzeitraum,
- arithmetischer Mittelwert im Intervallzeitraum,

6.1 Messgrößen für die Leistungs- und Energieanalyse

Formelzeichen	Messgröße	Maßeinheit	L1	L2	L3	L4	Σ 1-3
U_x	L-N-Spannung, Effektivwert	V	•	•	•	•	•
$U\Delta x$	L-L-Spannung, Effektivwert	V	•	•	•		
I_x	Phasenstrom, Effektivwert	A	•	•	•	•	•
P_x	Wirkleistung	W	•	•	•	•	•
Q_x	Blindleistung	var	•	•	•	•	•
S_x	Scheinleistung	VA	•	•	•	•	•
Q_{cX}	Korrekturblindleistung für $\cos\varphi_{\text{oll}} = 1$	var	•	•	•	•	•
D_x	Verzerrungsblindleistung	var	•	•	•	•	•
WP_{+x}	Wirkenergie Bezug	Wh	•	•	•	•	•
WP_{-x}	Wirkenergie Abgabe	Wh	•	•	•	•	•
WQ_x	Blindenergie	varh	•	•	•	•	•
WS_x	Scheinenergie	VAh	•	•	•	•	•
$\cos\varphi_x$	Verschiebungsleistungsfaktor	–	•	•	•	•	
φ_x	Phasenverschiebungswinkel	°[Grad]	•	•	•	•	
PF_x	Leistungsfaktor (P/S)	–	•	•	•	•	•
CFU_x	Scheitelfaktor (Cresfaktor) der Spannung	–	•	•	•	•	•
CFI_x	Scheitelfaktor (Cresfaktor) des Stromes	–	•	•	•	•	•
f_x	Frequenz der Spannung	Hz	•	•	•	•	
$u_x(t)$	Signalform der Spannung	V	•	•	•	•	
$i_x(t)$	Signalform des Stromes	A	•	•	•	•	
Rot	Drehfeldrichtung der 3--Spannungen	> / <					•

6.2 Messgrößen der Spektralanalyse

Formelzeichen	Messgröße	Maßeinheit	L1	L2	L3	L4
$U_x THD$	Gesamtverzerrung der Harmonischen h2 ... h50 von Spannung U_x (Klirrfaktor)	%	•	•	•	•
$U_x THDG$	Gesamtverzerrung der harmonischen Gruppen hg2 ... hg50 von Spannung U_x	%	•	•	•	•
$U_x THDS$	Gesamtverzerrung der harmonischen Untergruppen sg2 ... sg50 von U_x	%	•	•	•	•
$U_x PWHd$	Harmonische Teilverzerrung von U_x im einstellbaren Bereich h_{min} bis h_{max}	%	•	•	•	•
$U_x h_0$	Gleichanteil der Spannung U_x (absolut und relativ zu $U_x H1$)	V, %	•	•	•	•
$U_x h_1$	Grundschiwingungsspannung von U_x (absolut und relativ zu $U_x H1$)	V, %	•	•	•	•
$U_x h_2 \dots U_x h_{50}$	Spannung der Harmonischen h2 ... h50 von U_x (absolut und relativ zu $U_x H1$)	V, %	•	•	•	•
$U_x hG1 \dots U_x hG50$	Spannung der harmonischen Gruppe hg1 ... hg50 von U_x (absolut u. relativ zu $U_x H1$)	V, %	•	•	•	•
$U_x hS1 \dots U_x hS50$	Spannung der harmonischen Untergruppe hs1 ... hs50 von U_x (absolut und relativ zu $U_x H1$)	V, %	•	•	•	•
$U_x ig1 \dots U_x ig49$	Spannung der zwischenharmonischen Gruppe ig1 ... ig49 von U_x (absolut und relativ zu $U_x H1$)	V, %	•	•	•	•
$U_x is1 \dots U_x is49$	Spannung der zwischenharmonischen Untergruppe is1 ... is49 von U_x (absolut und relativ zu $U_x H1$)	V, %	•	•	•	•
$I_x THD$	Gesamtverzerrung der Harmonischen h2 ... h50 von Strom I_x (Klirrfaktor)	%	•	•	•	•
$I_x THDG$	Gesamtverzerrung der harmonischen Gruppen hg2 ... hg50 von Strom I_x	%	•	•	•	•
$I_x THDS$	Gesamtverzerrung der harmonischen Untergruppen sg2 ... sg50 von I_x	%	•	•	•	•
$I_x PWHd$	Harmonische Teilverzerrung von I_x im einstellbaren Bereich h_{min} bis h_{max}	%	•	•	•	•
$I_x h_0$	Gleichanteil des Stroms I_x (absolut und relativ zu $I_x H1$)	A, %	•	•	•	•
$I_x h_1$	Grundschiwingungsstrom von I_x (absolut und relativ zu $I_x H1$)	A, %	•	•	•	•
$I_x h_2 \dots I_x h_{50}$	Strom der Harmonischen h2 ... h50 von I_x (absolut und relativ zu $I_x H1$)	A, %	•	•	•	•
$I_x hG1 \dots I_x hG50$	Strom der harmonischen Gruppe hg1 ... hg50 von I_x (absolut und relativ zu $I_x H1$)	A, %	•	•	•	•
$I_x hS1 \dots I_x hS50$	Strom der harmonischen Untergruppe hs1 ... hs50 von I_x (absolut und relativ zu $I_x H1$)	A, %	•	•	•	•
$I_x ig1 \dots I_x ig49$	Strom der zwischenharmonischen Gruppe ig1 ... ig49 von I_x (absolut u. relativ zu $I_x H1$)	A, %	•	•	•	•
$I_x is1 \dots I_x is49$	Strom der zwischenharmonischen Untergruppe is1 ... is49 von I_x (absolut und relativ zu $I_x H1$)	A, %	•	•	•	•
$P_x h_0$	Gleichanteil der Leistung P_x (absolut und relativ zu $P_x H1$)	W, %	•	•	•	•
$P_x h_1$	Grundschiwingungsleistung von P_x (absolut und relativ zu $P_x H1$)	W, %	•	•	•	•
$P_x h_2 \dots P_x h_{50}$	Leistung der Harmonischen h2 ... h50 von U_x (absolut und relativ zu $P_x H1$)	W, %	•	•	•	•
$\varphi U_x h_0 \dots \varphi U_x h_{50}$	Phasenwinkel der Harmonischen h0 ... h50 von U_x zur Grundschiwingungsspg. $U_x H1$	°[Grad]	•	•	•	•
$\varphi I_x h_0 \dots \varphi I_x h_{50}$	Phasenwinkel der Harmonischen h0 ... h50 von I_x zum Grundschiwingungsstrom $I_x H1$	°[Grad]	•	•	•	•

6.3 Verfügbare Messgrößen in der Transienten-Messfunktion

Formelzeichen	Messgröße	Maßeinheit	L1	L2	L3	L4	Σ 1-3
$u_x(t)$	Signalverlauf der Spannung	V	•	•	•	•	
$i_x(t)$	Signalverlauf des Stromes	A	•	•	•	•	

6.4 Verfügbare Messgrößen in der Flicker-Messfunktion

Formelzeichen	Messgröße	Maßeinheit	L1	L2	L3	L4
$P(t)_x$	Momentaner Flicker der Spannung U_x	-	•	•	•	
Pst_x	Kurzzeitflicker (10 Min) der Spannung U_x	-	•	•	•	
Plt_x	Langzeitflicker (2 h) der Spannung U_x	-	•	•	•	

6.5 Merkmale der Netzqualität gemäß EN 50160

Merkmal	Anforderungen	Messintervall	Beobachtungsdauer
Netzfrequenz	50Hz ± 0,5% während 95% einer Woche 50Hz +4 / -6% während 100% einer Woche	10 sec Mittelwert	1 Woche
Spannungsänderungen	Langsame Spannungsänderungen: $U_n \pm 10\%$ während 95% einer Woche $U_n + 10 / -15\%$ während 100% einer Woche	10 min Mittelwert	1 Woche
	Schnelle Spannungsänderungen: $U_{eff} \pm 10\%$ während eines Tages	½-Perioden Effektivwert	1 Tag
Flicker	Langzeitflickerstärke $Plt \leq 1$ während 95% einer Woche	2h nach EN 61000-4-15	1 Woche
Spannungseinbrüche	Anzahl < 10 ... 1000 / Jahr gemäß EURELECTRIC Tabelle (früher UNIPEDe)	½-Perioden Effektivwert	1 Woche
Spannungsunterbrechungen	Kurze Spannungsunterbrechungen: Anzahl < 10 ... 1000 / Jahr, davon > 70% mit Dauer < 1 s Lange Spannungsunterbrechungen: Anzahl < 10 ... 50 / Jahr, Dauer > 3 min	½-Perioden Effektivwert	1 Jahr
Transiente Überspannung	Zwischen Phase-Nulleiter < 6 kV / μs ... ms		
Unsymmetrie	Verhältnis U (Gegensystem) / U (Mitsystem) < 2% während 95% einer Woche	10 min Mittelwert	1 Woche
Oberschwingungen	UH2 ... UH25 < Grenzwert gemäß Tabelle EN 61000-4-7 während 95% einer Woche	10 min Mittelwert	1 Woche
THD	Oberschwingungsverzerrung < 8% während 95% einer Woche	10 min Mittelwert	1 Woche
Zwischenharmonische	keine Grenzwerte / Verträglichkeitspegel festgelegt		
Signalspannungen	keine Grenzwerte / Verträglichkeitspegel festgelegt		

*)

6.6 Bezeichnung der Messgrößen und Phasen

Die in den Normen angegebenen Bezeichnungen für Messgrößen und Phasen sind einerseits länder- und sprachspezifisch, andererseits mitunter lang. Darüber hinaus weisen die Normen auch länderspezifisch keine durchgehende Bezeichnung auf.

Für einen länderübergreifenden Kompromiss wurden im Mavowatt 50 Bezeichnungen gewählt die sich an die einschlägigen Normen anlehnen, und zur Wahrung der Übersichtlichkeit der Anzeige dennoch einen überschaubaren Aufbau aufweisen. Dies gilt insbesondere für die Spannungsbeziehungen Phase-Nulleiter und Phase-Phase (Messparameter U-Anschluss).

Für Im Vier und Fünfleiternetz (Einstellung: U-Anschluss Stern) beziehen sich die Phasenbezeichnungen L1, L2, L3 und L4 auf die Phase-Nulleiterspannungen.

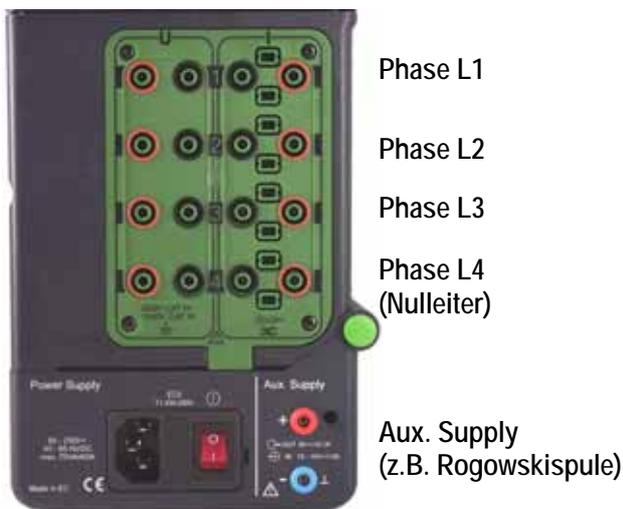
Im Dreileiternetz (Einstellung: U-Anschluss Dreieck) beziehen sich die Phasenbezeichnungen L1, L2, L3 auf die Leiter-Leiter-Spannungen, d.h. $U_{1[h3]}$ ist die 3. Harmonische der Phase-Phasespannung L1-L2, usw. Gleiches gilt für die spannungsbezogenen PQ-Parameter.

7. MESSSCHALTUNGEN

7.1 Allgemeine Anschluss Hinweise

Zur Erfassung von analogen Messsignalen besitzt der Netzanalysator MAVOWATT 50 die acht galvanisch getrennten, zweikanaligen Phaseneingänge L1, L2, L3, und L4. Bis auf die Frequenzmessung, die im Spannungspfad der Phase L1 erfolgt (bei Ausfall in Phase L2 bzw. L3), sind sie vollkommen identisch gebaut und erlauben Messungen in

- vier unabhängigen Gleichstromnetzen
- vier Einphasen-Wechselstromnetzen gleicher Frequenz
- einem Dreiphasen-Dreileiter-, -Vierleiter- bzw. Fünfleiter-Drehstromnetz



Netzeingang 85 ... 250 VAC/DC

Hinweise

- ☞ Die analogen Messeingänge sind geeignet für den Anschluss an Stromkreise der Überspannungskategorie IV bis 600V bzw. CAT III bis 1000V.
Wird das Gerät in Netzen mit dieser Kategorie eingesetzt, muss das verwendete Messzubehör (z.B. Zangenstromwandler, Nebenwiderstände, Messleitungen, etc.) ebenfalls diese Kategorie entsprechen. Die Kategorie des Zubehörs entnehmen Sie bitte der jeweiligen Spezifikation.
- ☞ Das niedrige Potential des jeweilige Spannungs- und Strompfades muss mit den entsprechenden Buchsen (Low) verbunden werden.
- ☞ Verbindungen zwischen den Spannungsanschlüssen der in den folgenden Kapiteln dargestellten Messanschlüsse sind geräteseitig nicht vorhanden; sie müssen extern realisiert werden.

7.2 Messungen über die Phaseneingänge L1...L4

In Einphasen-Wechselstromnetzen, in Vierleiter- bzw. Fünfleiter-Drehstromnetzen, und in Gleichstromnetzen erfolgt die Strommessung in den Phasen L1, L2, L3 und L4, die Spannungsmessung jeweils zwischen den Phasen L1, L2, L3 und dem Nulleiter (L4) bzw. zwischen L4 und dem Schutzleiter. Nicht angeschlossene Phaseneingänge werden mit 0 bewertet und gehen dementsprechend in die Berechnung ein.

- ☞ Die Frequenzmessung erfolgt im Spannungspfad der Phase L1, bei Spannungsausfall in Phase L2 bzw. L3. Werden keine Spannungen gemessen erfolgt die Frequenzmessung über die Stromeingänge, ist das Signal nicht brauchbar wird die voreingestellte Frequenz verwendet.

Zur Messung in Dreileiter-Drehstromnetzen genügen zwei Messsysteme. Der Strom wird üblicherweise in L1, und L3 gemessen. Die Spannungsmessung erfolgt in den drei Spannungspfaden. Die *Netzart* wird auf *3-Leiter* eingestellt.

Phasenbezogene Messungen sind mit dem Index 1, 2, 3 und 4 bezeichnet. Sie sind jeweils einer Phase fest zugeordnet. Strom und Spannung einer Phase werden an den entsprechenden Phaseneingang angeschlossen. Das Vertauschen von Anschlüssen führt zu Fehlinterpretationen.

Das Gerät unterscheidet nicht zwischen Einphasen- und Dreiphasenmessungen. Übe die LC-Anzeige erfolgt keine Information über den vollständigen und richtigen Anschluss der Messobjekte. Beispielsweise kann eine nicht angeschlossene Phase bei einer Dreiphasenmessung zur Fehlinterpretation bei der Beobachtung der Dreileiter-Messgrößen (z.B. U_{12} , U_{23} , U_{31} , U_{Σ} , P_{Σ}) führen.

- ☞ Achten Sie zu Beginn einer Messung auf die Plausibilität der Messergebnisse. Prüfen Sie
 - anhand der Größenordnung der U- und I- Messwerte die richtige Einstellung von *Uratio* und *Iratio* für den jeweiligen Eingang;
 - anhand der Polarität der P-Messwerte die richtige Polarität des Strommessanschlusses;
 - anhand der in der Kurvendarstellung ersichtlichen Phasenlage die richtige Phasenreihenfolge (auch erkennbar in der Vektordarstellung anhand der Reihenfolge der Phasenfarben Rot / Grün / Gelb).

Werden zur Strommessung aktive Strom/Spannungswandler verwendet, wählen Sie die Kopplungsart AC (*Setup - Messparameter - Kopplung*). Wird die Kopplungsart AC+DC verwendet (z. B. Messung in Gleichstromkreisen), ist ein sorgfältiger Nullpunktgleich erforderlich, da andernfalls die Messwerte für die Wirkleistung verfälscht werden. Wählen Sie hierfür die Scope- Darstellung für I1 bis I4 und gleichen Sie entsprechend der jeweiligen Spezifikation solange ab, bis sich die Signalkurven möglichst nahe an der Nulllinie befinden.

7.2.1 Messungen in Vierleiter- bzw.- Fünfleiter-Drehstromnetzen

Dreiphasen-Vierleiter- Drehstromnetze sind im allgemeinen Niederspannungsnetze (115/200 bzw. 230/400Volt), sodass für die Messeinrichtung keine Spannungswandler erforderlich sind. Die Spannung wird zwischen den stromführenden Phasen (L1, L2, L3) und dem Nulleiter (L4) abgenommen, der Strom in den einzelnen Phasen.

Durch Aufspaltung des Dreiphasen-Drehstromsystems in drei getrennte Kreise mit Hin- und Rückleitung ist eine gleichmäßige Belastung der Phasen nicht mehr gewährleistet. Darüber hinaus addieren sich die Harmonische 3. Ordnung und Vielfache davon, wenn sie im Rückleiter auftreten. Durch den vierter Leiter (Nulleiter, L4) fließt ein Ausgleichsstrom zurück zum Sternpunkt des Versorgungssystems. Zusammen mit dem Schutzleiter (PE), der auf konstantem Bezugspotential gehalten wird, ergibt sich ein Dreiphasen-Fünfleiter-System.

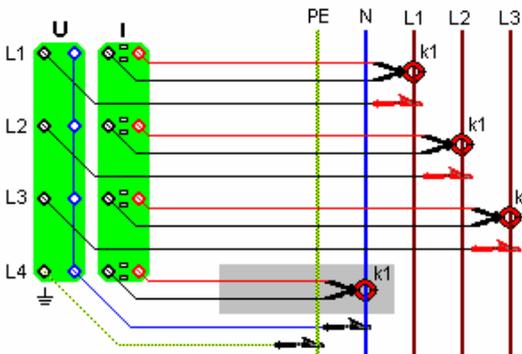
Mit dem Mavowatt 50 können die Nulleiter-Erde-Spannung sowie der Nulleiterstrom über den Phaseneingang L4 gleichzeitig erfasst werden. Sind diese Messgrößen für eine analytische Bewertung nicht erforderlich, werden die Anschlüsse für Nulleiter und Erde überbrückt. Dies gilt für alle Varianten der in diesem Abschnitt beschriebenen Messanschlüsse.

Für die folgenden Messungen gilt:

- ☞ Strom- und Spannungspfad der gleichen Phase werden an denselben Phaseneingang angeschlossen
- ☞ Im Setup werden die Messparameter *Kopplung Messeingänge* auf *AC+DC*¹⁾ und *U-Anschluss* auf *Stern* gestellt.
- ☞ Die Messparameter *Uratio* und *Iratio* werden wie folgt eingestellt:

a) Zangenstromwandler mit Spannungsausgang

001 Vierleiter-Drehstromnetz (Niederspannungsnetz)
Zangenstromwandler mit Spannungsausgang

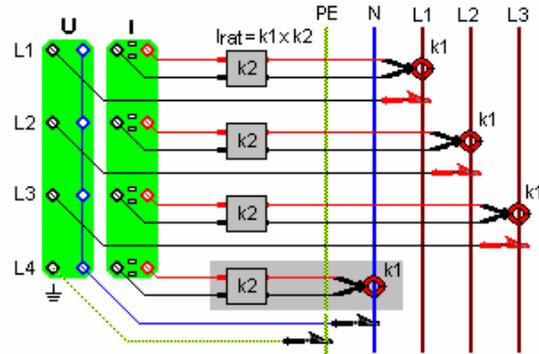


Im Setup wird für alle Phasen *Uratio* auf 1 eingestellt.

Iratio entspricht dem Übersetzungsverhältnis der jeweiligen Stromzange (z.B. 10mV/A: *Iratio* = 100).

b) Zangenstromwandler mit Stromausgang und Shunt

002 Vierleiter-Drehstromnetz (Niederspannungsnetz)
Zangenstromwandler mit Stromausgang und Shunt

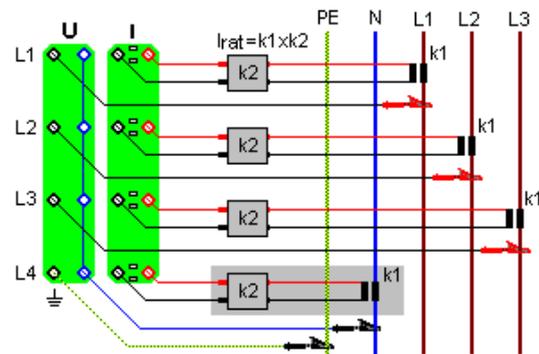


Im Setup wird für alle Phasen *Uratio* auf 1 eingestellt.

Iratio entspricht dem Produkt der Übersetzungsverhältnisse von Zangenstromwandler und Shunt ($k = k1 \times k2$).

c) Stromwandler und Shunt

003 Vierleiter-Drehstromnetz (Niederspannungsnetz)
Stromwandler und Shunt



Im Setup wird für alle Phasen *Uratio* auf 1 eingestellt.

Iratio entspricht dem Produkt der Übersetzungsverhältnisse von Stromwandler und Shunt ($k = k1 \times k2$).

1) Bei *AC+DC* liegt eine R-Kopplung vor, sodass der Frequenzbereich bei DC beginnt. Die *AC*-Kopplung ist eine C-Kopplung, bei der DC- Eingangssignale nicht übertragen werden. Das obere Ende des Frequenzbereiches ist für beide Kopplungsarten gleich.

Demgemäß werden bei Kopplung *AC+DC* die Gleichanteile in Wechselstromkreisen in die Bewertung mit einbezogen. Ist dies nicht gewünscht, wird die Kopplung auf *AC* gestellt.

7.2.2 Messungen in Dreileiter-Drehstromnetzen

Diese Netzart wird in Mittel- und Hochspannungsnetzen ausgeführt. In einigen Fällen ist sie als Sondernetzart im Niederspannungsbereich zu finden (Motormessung).

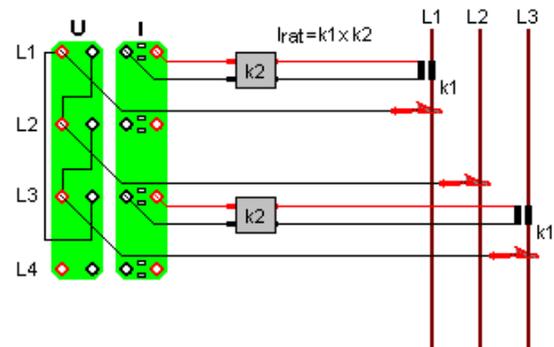
Die Messung kann nach der Zweiwattmetermethode (Aronschtaltung) durchgeführt werden. Hier wird der Umstand genutzt, dass kein Nulleiterstrom existiert.

Für die folgenden Messungen gilt:

- ☞ Strom- und Spannungspfad der gleichen Phase werden an denselben Phaseingang angeschlossen
- ☞ Im Setup werden die Messparameter *Kopplung Messeingänge* auf AC und *U-Anschluss* auf Dreieck gestellt.
- ☞ Die Strommessung erfolgt in den Phasen L1 und L3.
- ☞ Die Messparameter *Uratio* und *Iratio* werden wie folgt eingestellt:

c) Stromwandler und Shunt

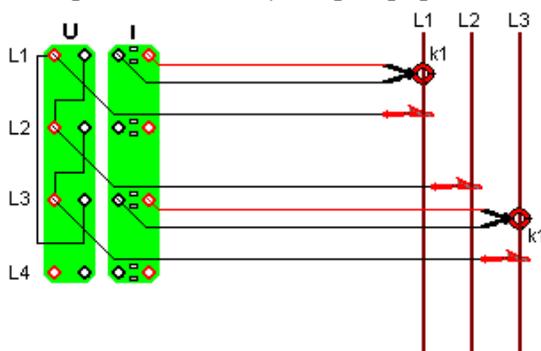
013 Dreileiter-Drehstromnetz (2-Wattmeter) Stromwandler und Shunt



Im Setup wird für alle Phasen *Uratio* auf 1 eingestellt. *Iratio* entspricht dem Produkt der Übersetzungsverhältnisse von Stromwandler und Shunt ($k = k_1 \times k_2$)

a) Zangenstromwandler mit Spannungsausgang

011 Dreileiter-Drehstromnetz (2-Wattmeter) Zangenstromwandler mit Spannungsausgang

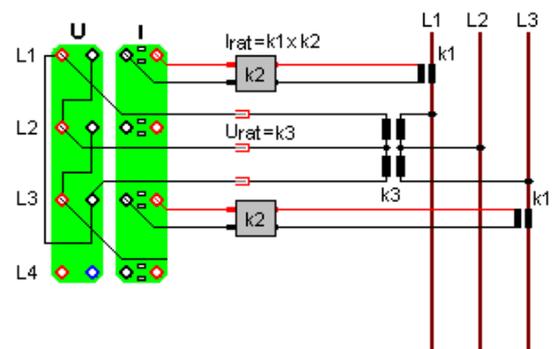


Im Setup wird für alle Phasen *Uratio* auf 1 eingestellt.

Iratio entspricht dem Übersetzungsverhältnis der jeweiligen Stromzange (z.B. 10mV/A: $Iratio = 100$)

d) Messung in WS-Mittelspannungsnetzen mit Spannungswandler, Stromwandler und Shunt

014 Dreileiter-Drehstromnetz (Mittelspannungsnetz) Stromwandler und Shunt

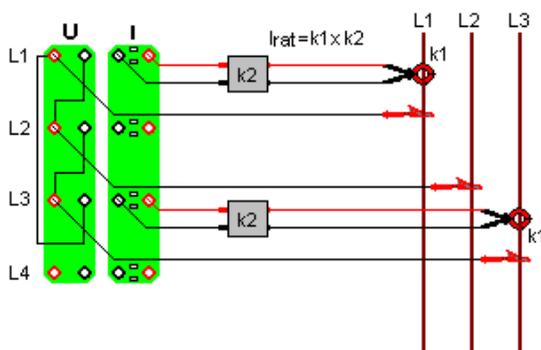


Im Setup wird für alle Phasen *Uratio* entsprechend dem Übersetzungsverhältnis der Spannungswandler eingestellt.

Iratio entspricht dem Produkt der Übersetzungsverhältnisse von Stromwandler und Shunt ($k = k_1 \times k_2$)

b) Zangenstromwandler mit Stromausgang und Shunt

012 Dreileiter-Drehstromnetz (2-Wattmeter) Zangenstromwandler mit Stromausgang und Shunt



Im Setup wird für alle Phasen *Uratio* auf 1 eingestellt.

Iratio entspricht dem Produkt der Übersetzungsverhältnisse von Zangenstromwandler und Shunt ($k = k_1 \times k_2$)

7.2.3 Messungen in geteilten Phasen (Split Phase)

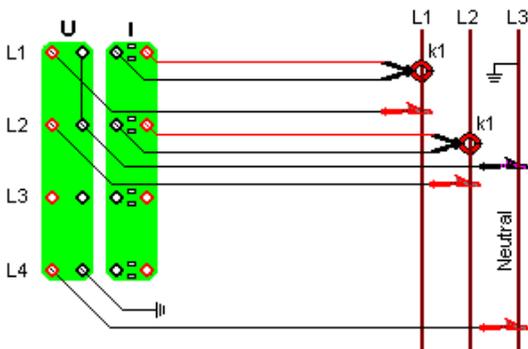
Diese Netzart ist vor allem in 115 V- Netzen gebräuchlich. Dabei wird die Versorgungsspannung über einen Transformator mit Mittelanzapfung geführt. Phase L3 wird als Neutralleiter verwendet, die beiden Außenleiterspannungen L1 und L2 haben eine Phasenverschiebung von 180°. Zusätzlich kann die Phase L4 zur Messung der Spannung Neutralleiter – Erde verwendet werden.

Für die folgenden Messungen gilt:

- ☞ Strom- und Spannungspfad der gleichen Phase werden an denselben Phaseingang angeschlossen
- ☞ Im Setup werden die Messparameter *Kopplung Messeingänge* auf AC und *U-Anschluss* auf Dreieck gestellt.
- ☞ Die Strommessung erfolgt in den Phasen L1 und L2.
- ☞ Die Messparameter *Uratio* und *Iratio* werden wie folgt eingestellt:

a) Zangenstromwandler mit Spannungsausgang

021 Zweileiternetz (verteilte Phasen -180° Phasenverschiebung)
Zangenstromwandler mit Spannungsausgang

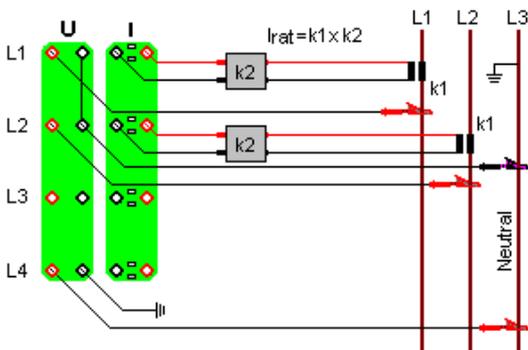


Setup wird für alle Phasen *Uratio* auf 1 eingestellt.

Iratio entspricht dem Übersetzungsverhältnis der jeweiligen Stromzange (z.B. 10mV/A: *Iratio* = 100)

b) Zangenstromwandler mit Stromausgang und Shunt

022 Zweileiternetz (verteilte Phasen -180° Phasenverschiebung)
Zangenstromwandler mit Stromausgang und Shunt



Im Setup wird für alle Phasen *Uratio* auf 1 eingestellt.

Iratio entspricht dem Produkt der Übersetzungsverhältnisse von Zangenstromwandler und Shunt ($k = k_1 \times k_2$)

7.2.4 Messungen in Einphasen-Wechselstromnetzen

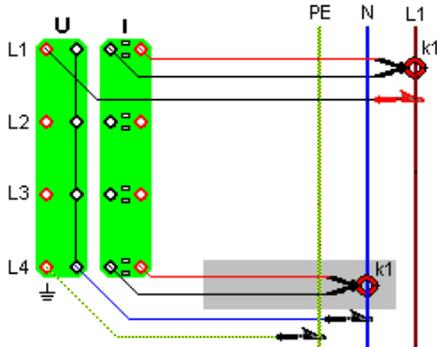
Mit dem MAVOWATT 50 können bis zu vier Messpunkte in einem Einphasen-Wechselstromnetz an die vier Phaseneingänge angeschlossen werden. Über den Phaseneingang L4 werden vorzugsweise die Nulleiter-Erde-Spannung sowie der Nulleiterstrom gemessen. Zu beachten ist, dass die Frequenzmessung im Spannungspfad von L1, bei Ausfall in L2 bzw. L3 erfolgt. Bei Ausfall aller Spannungspfade erfolgt die Frequenzmessung im Strompfad von L1, L2 bzw. L3.

Für die folgenden Messungen gilt:

- ☞ Strom- und Spannungspfad werden an denselben Spannungseingang (L1, L2 oder L3) angeschlossen.
- ☞ Im Setup werden die Messparameter *Kopplung Messeingänge* auf *AC+DC* und *U-Anschluss* auf *Dreieck* gestellt.
- ☞ Die Messparameter *Uratio* und *Iratio* werden wie folgt eingestellt:

a) Zangenstromwandler mit Spannungsausgang

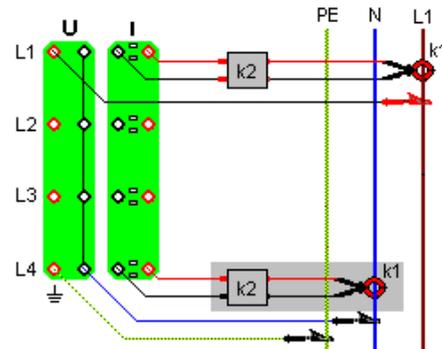
031 Einphasen-Wechselstromnetz (Niederspannungsnetz)
Zangenstromwandler mit Spannungsausgang



Im Setup wird für alle Phasen *Uratio* auf 1 eingestellt. *Iratio* entspricht dem Übersetzungsverhältnis der Stromzange. Über die Phaseneingänge L2 bis L4 können gleichzeitig drei weitere Messpunkte im gleichen Einphasen-Wechselstromsystem gemessen werden.

b) Zangenstromwandler mit Stromausgang und Shunt

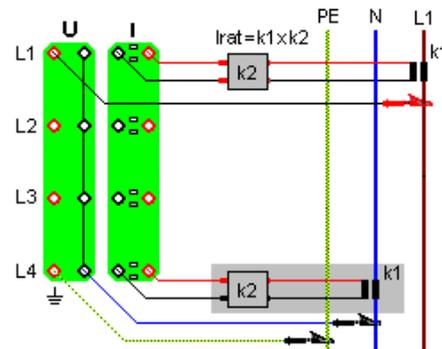
032 Einphasen-Wechselstromnetz (Niederspannungsnetz)
Zangenstromwandler mit Stromausgang und Shunt



Im Setup wird für alle Phasen *Uratio* auf 1 eingestellt. *Iratio* entspricht dem Übersetzungsverhältnis von Zangenstromwandler und Shunt ($k = k1 \times k2$). Über die Phaseneingänge L2 bis L4 können gleichzeitig drei weitere Messpunkte im gleichen Einphasen-Wechselstromsystem gemessen werden.

c) Stromwandler und Shunt

033 Einphasen-Wechselstromnetz (Niederspannungsnetz)
Stromwandler und Shunt



Im Setup wird für alle Phasen *Uratio* auf 1 eingestellt. *Iratio* entspricht dem Produkt der Übersetzungsverhältnisse von Stromwandler und Shunt ($k = k1 \times k2$).

7.2.5 Messungen in Gleichstrom-Niederspannungsnetzen

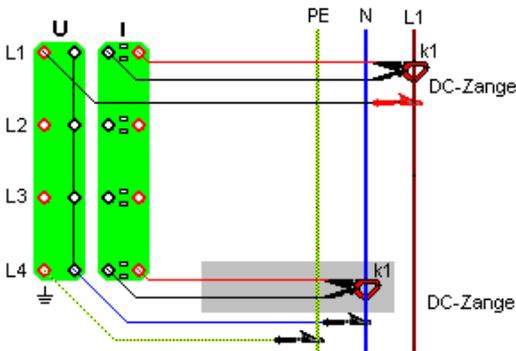
Messungen in Gleichstromnetzen (GS-Netze) werden im Allgemeinen mit einem Halleffekt-Zangenstromwandler durchgeführt. Bei direkter Strommessung in GS-Niederspannungsnetzen über einen Nebenwiderstand im Strompfad ist insbesondere auf die Potentialverhältnisse zu achten. Diese Schaltung wird vornehmlich im Kleinspannungsbereich angewendet.

Für die folgenden Messungen gilt:

- ☞ Strom- und Spannungspfad werden an denselben Spannungseingang (L1, L2 oder L3) angeschlossen.
- ☞ Im Setup werden die Messparameter *Kopplung Messeingänge* auf *DC* und *U-Anschluss* auf *Stern* gestellt.
- ☞ Die Messparameter *Uratio* und *Iratio* werden wie folgt eingestellt:

a) Halleffekt-Zangenstromwandler mit Spannungsausgang

041 Gleichstrom-Niederspannungsnetz
Halleffekt-Stromwandler mit Spannungsausgang

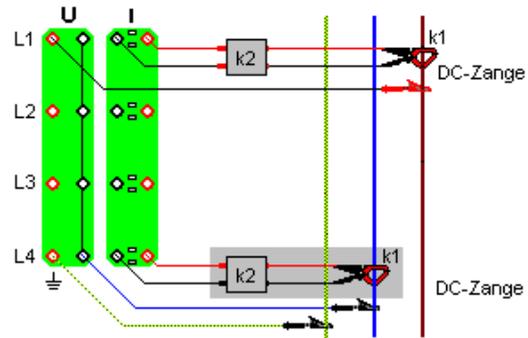


Im Setup wird *Uratio* auf 1 eingestellt.

Iratio entspricht dem Übersetzungsverhältnis der Stromzange. Über die Phaseneingänge L2 bis L4 können gleichzeitig drei weitere Messpunkte im selben oder in einem anderen Gleichstromsystem gemessen werden.

b) Halleffekt-Zangenstromwandler mit Stromausgang und Shunt

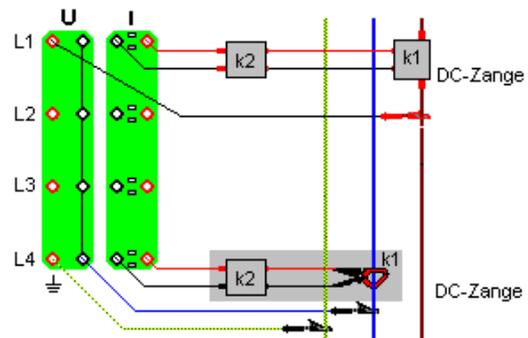
042 Gleichstrom-Niederspannungsnetz
Halleffekt-Stromwandler mit Stromausgang und Shunt



Iratio entspricht dem Übersetzungsverhältnis der Stromzange. Über die Phaseneingänge L2 bis L4 können gleichzeitig drei weitere Messpunkte im selben oder in einem anderen Gleichstromsystem gemessen werden.

c) Shunt im Strompfad

043 Gleichstrom-Niederspannungsnetz
Shunt im Strompfad



Im Setup wird *Uratio* auf 1 eingestellt.

Iratio entspricht dem Strom/Spannungsübersetzungsverhältnis des Nebenwiderstandes (Shunts) = $1/R$ in A/V.

Beispiel: $R=50\text{m}\Omega$; $Iratio = 1/0,05 = 200$

8. TECHNISCHE DATEN

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die nachstehend aufgeführten Daten unter den spezifizierten „Umgebungsbedingungen“ und für Skalierungsfaktoren 1.

Die angegebenen Messunsicherheiten sind gültig für ein Kalibrierintervall von 12 Monaten und werden vom Gerät 30 Minuten nach dem Einschalten erfüllt.

Messeingänge

Spannungsmesseingänge

Merkmal	Spezifikation	Anmerkung
Anzahl	4	gegeneinander isoliert
Anschluss	je zwei 4-mm-Sicherheitsbuchsen	rot (High), sw (Low)
Anschlussarten	1-phasig 2-phasig (Split-Phase) 3-phasig Stern 3-phasig Dreieck	L1-N, PE-N L1-N, L2-N, PE-N L1-N, L2-N, L3-N, PE-N L1-L2, L2-L3, L3-L1
Eingangsimpedanz	4 M Ω // 5 pF	
Kopplung	AC / AC+DC	
Eingangsbereiche	0 ... 150 V / 300 V / 600 V / 900 V	manuell wählbar
Skalierungsfaktoren	0,001 ... 99999 V/V	individuell für jeden Eingang einstellbar
Überlastfestigkeit	dauernd: 1200 V _{eff} ; transient (1,2/50 μ s): 6000 V _{Spitze}	
Abtastrate	100 kS/s	simultan an jedem Eing.
Abtastauflösung	16 bit	
Frequenzbereich	DC, 16 Hz ... 10 kHz	
Übersprechdämpfg.	-60 dB zwischen Spannungskanälen; -95 dB zwischen Spannungs- und Stromkanälen	

Strommesseingänge (für Zangenstromsensoren oder Shunts)

Merkmal	Spezifikation	Anmerkung
Anzahl	4	gegeneinander isoliert
Anschluss	je zwei 4-mm-Sicherheitsbuchsen	rot (High), sw (Low)
Anschlussarten	3xL + N 3xL 2xL + N (2-Wattmeter-Methode)	L1, L2, L3, N L1, L2, L3, N berechnet L1, L3, N, L2 berechnet
Eingangsimpedanz	100 k Ω // 5 pF	
Kopplung	AC / AC+DC	
Eingangsbereiche	0 ... 300 mV / 3 V	manuell wählbar
Skalierungsfaktoren	0 / 0,001 ... 99999 V/V	individuell für jeden Eingang einstellbar
Überlastfestigkeit	dauernd: 400 V _{eff} ; transient (1,2/50 μ s): 1000 V _{Spitze}	
Abtastrate	100 kS/s	simultan an jedem Eing.
Abtastauflösung	16 bit	
Frequenzbereich	DC, 16 Hz ... 10 kHz	

Frequenzmessung

Die Frequenzmessung erfolgt individuell an jedem Spannungsmesseingang. Die Angabe der Systemfrequenz für das 3-Netz und die hierauf bezogene Synchronisation von anderen Messfunktionen erfolgt mit Priorität am Spannungsmesskanal U1, bei fehlendem U1-Signal automatisch an U2 bzw. an U3.

Messgröße	Messbereich	Auflösung	Messunsicherheit \pm (% v. Mw. + Digits)
Frequenz der Spannung U ($U \geq 2\%$ v. Bereich)	16,00 ... 99,99 Hz	0,01 Hz	0,05 +1
	100,0 ... 999,9 Hz	0,1 Hz	0,1 +2
	1,000 ... 9,999 kHz	0,001 kHz	0,2 +3
	$\geq 10,00$ kHz	0,01 kHz	0,5 +5

Spannungsmessungen

Effektivspannung U

gewählter Bereich	Messbereich (CF $\leq 1,4$ @ U _{max})	Auflösung	Messunsicherheit \pm (% v. Messwert + % v. Bereich)		
			16+65Hz	DC/65+1000Hz	1 +10kHz
150 V	1,0 ... 150,0 Veff	0,1 Veff	0,1 + 0,1)	0,4 + 0,2	1 + 0,5
300 V	1,0 ... 300,0 Veff	0,1 Veff			
600 V	1,0 ... 600,0 Veff	0,1 Veff			
900 V	1,0 ... 900,0 Veff	0,1 Veff			

*) bzw. Klasse A gemäß EN 61000-4-30

Signalformspannung u(t)

gewählter Bereich	Messbereich	Auflösung	Messunsicherheit \pm (% v. Messwert + % v. Bereich)		
			15-65Hz	DC/65+1000Hz	1 +10kHz
150 V	-215,0 ... +215,0 V	0,1 V	0,4 + 0,2 +2digit	0,4 + 0,2 +2 digit	1 + 0,5 +2 digit
300 V	-425,0 ... +425,0 V	0,1 V			
600 V	-850,0 ... +850,0 V	0,1 V			
900 V	-1275 ... +1275 V	1 V			

Harmonische und interharmonische Spannungen

Die angegebenen Messunsicherheiten gelten für Messspannungen >5% v. Bereich. Sie entsprechen der Klasse 1 gemäß EN 61000-4-7.

Messgröße (siehe Tabelle S. 5)	Messbereich	Auflösung	Messunsicherheit \pm (% v. Mw. + % v. Ber.)	
			h1:16+65Hz	65+1000Hz
Absolute Amplitude	0,0... 150,0/.../900,0 Veff	0,1 Veff	3 + 0,1	5 + 0,2
Relative Amplitude	0,0 ... 200,0%	0,1%	t.b.d.	t.b.d.
Phasenwinkel	-179,9° ... +180,0°	0,1°	1,0° x h	2,0° x h
THD	0,0 ... 200,0%	0,1%	2%	4%

Strommessungen

Effektivstrom I

gewählter Bereich	Messbereich (CF $\leq 1,4$ @ I _{max})	Auflösung	Messunsicherheit \pm (% v. Messwert + % v. Bereich)		
			16+65Hz	DC/65+1000Hz	1 +10kHz
300 mV	0,0 ... 300,0 mAeff	0,1 mAeff	0,2 + 0,1	0,4 + 0,2	1 + 0,5
3 V	0,000 ... 3,000 Aeff	0,001 Aeff			

Signalformstrom i(t)

gewählter Bereich	Messbereich	Auflösung	Messunsicherheit \pm (% v. Messwert + % v. Bereich)		
			15-65Hz	DC/65+1000Hz	1 +10kHz
300 mV	-425,0 ... +425,0 mA	0,1 mA	0,4 + 0,2	0,4 + 0,2	1 + 0,5
3 V	-4,250 ... +4,250 A	0,001 A			

Harmonische und interharmonische Ströme

Die angegebenen Messunsicherheiten gelten für Messströme >5% v. Bereich ohne Strommesszubehör. Sie entsprechen der Klasse 1 gemäß EN 61000-4-7.

Messgröße (siehe Tabelle S. 5)	Messbereich	Auflösung	Messunsicherheit \pm (% v. Mw. + % v. Ber.)	
			h1:16+65Hz	65+1000Hz
Absolute Amplitude	0,0... 300,0 mAeff	0,1 mAeff	3 + 0,1	5 + 0,2
	0,0... 3,000 Aeff	0,001 Aeff	3 + 0,1	5 + 0,2
Relative Amplitude	0,0 ... 200,0%	0,1%	t.b.d.	t.b.d.
Phasenwinkel	-180,0° ... +180,0°	0,1°	1,0° x h	2,0° x h
THD	0,0 ... 200,0%	0,1%	2%	4%

Leistungsmessungen

Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung

Die angegebenen Messunsicherheiten gelten exklusive der Fehler des Strommesszubehörs.

Messbereich	Auflösung	Messunsicherheit ±(% v. Mw. + Digit)	
		16+65Hz	65+1000Hz
(Ber. U x Uratio) x (Ber. I x Iratio) Beispiel: (300V x 1V/V) x (3V x 100A/V) = 90.000 W = 90,00 kW	4 Dezimalstellen bezogen auf Bereichsendwert Beispiel: 0,01 kW	0,5 + 5	t.b.d.

Anzeige

Merkmal	Spezifikation
Typ	berührungssensitives Farb-LCD, ¼ VGA
Auflösung	320 x 240 Pixel
Anzeigebereich	115 x 86 mm
Kontrasteinstellung	sehr hell bis sehr dunkel
Hintergrundbeleuchtung	Typ CCFL; Leuchtdichte typ. 80 cd/m²
Anzeigefunktionen	Messergebnisse, Einstellmenüs, Statusinformationen, Bedienungshinweise und Messschaltungen

Bedienelemente

Merkmal	Spezifikation
Touch-Screen	berührungssensitive, virtuelle Bedienelemente am Bildschirm (Softkeys) zur menügeführten Bedienung des Gerätes
4 Tasten	ON MENU Starten des Gerätes / Aufrufen des Grundmenüs HELP Ein- und Ausblenden von Bedien- und Anschluss Hinweisen ESC Rücksprung in die vorherige Bedienebene PRINT Speichern der Bildschirmanzeige auf USB-Speichermedium
Netzschalter	zum Ein-/Ausschalten der Netzversorgung des Gerätes; mit Beleuchtung zur Anzeige des Einschaltzustandes

Speicher

Merkmal	Spezifikation	Anmerkung
Speichermedien	<ul style="list-style-type: none"> interner Flash-Speicher 4 MB einsteckbare Compact-Flash Card ansteckbarer USB-Speicher 	beliebige Kapazität beliebige Kapazität
Schirmbilder	Speicherung des aktuellen Schirmbildes als Bitmap-Datei	ca. 5 Bilder/MB
Messdaten		
Messreihen	zeitgesteuerte Speicherung von bis zu 1000 Messgrößen gleichzeitig in Intervallen von 0,2s ... 2h	>200.000 Messwerte/MB
Ereignisdaten	messwertgetriggerte Speicherung von wählbaren Ereignissen mit Zeitpunkt, Art, Phase und Messwert	>50.000 Ereignisse/MB, Zeitauflösung 10ms
Signalformen	messwertgetriggerte Speicherung der Messsignale u(t) und i(t) von wählbaren Phasen mit einstellbarer Abtastgeschwindigkeit (10µs ... 655µs), Dauer und Pretrigger	
½-Perioden RMS	messwertgetriggerte Speicherung der Halbperioden-Effektivwerte Ueff,1/2 und Ieff,1/2 von wählbaren Phasen mit einstellbarer Speicherdauer und Pretrigger	
Einstellungsprofile		

Zeitgeber

Merkmal	Spezifikation	Anmerkung
Typ	quartzgesteuerte Echtzeituhr	batteriegepuffert
Zeitformat	Uhrzeit hh:mm:ss,00 Datum TT.MM.JJJJ oder JJJJ-MM-TT oder MM/TT/JJ	
Zeitauflösung	10 ms	
Ganggenauigkeit	max. 5 s/Monat	

Referenzbedingungen für Kalibrierung

Merkmal	Spezifikation
Umgebungstemp.	23±2°C
Luftfeuchtigkeit	50±10% rel. Feuchte
Versorgung	230 V ±10% bzw. 110 V ±10%
Messanschluss	Spannung 3-phasig Stern (L1-N, L2-N, L3-N, PE-N) Strom 3xL + N (L1, L2, L3, N)
3-Spannungsasymm.	<0,1%
Kurvenform	Sinus, ohne DC-Anteil
cosφ	1,0

Digitale Eingänge

Statuseingänge

Merkmal	Spezifikation	Anmerkung
Anzahl	4	potentialfrei; gemeinsamer Bezugspunkt
Funktionen	• Darstellung und Aufzeichnung von binären Signalen	z.B. Betriebszustände von Maschinen, Anlagen und Alarmanrichtungen
Anschluss	Steckverbinder mit Schraubklemmen	
DC-Eingangssignal	Low < 3 V High 5...24 V (6 mA @ 24 V)	So-kompatibel
Überlastfestigkeit	30 V, dauernd	

Steuereingänge

Merkmal	Spezifikation	Anmerkung
Anzahl	4	gemeinsamer, erdnaher Bezugspunkt
Funktion	<ul style="list-style-type: none"> Starten/Stoppen einer Aufnahme Synchronisation des Speicherintervalls mit EVU-Taktimpuls 2 Zählereingänge für Energiemessungen mittels Pulsen 	
Anschluss	Steckverbinder mit Schraubklemmen	
DC-Eingangssignal	Low < 2 V High 4 ... 5 V (0,5 mA @ 5 V)	TTL-kompatibel
Überlastfestigkeit	6 V, dauernd	

Alarmausgang

Merkmal	Spezifikation	Anmerkung
Anzahl	1	
Funktion	Signalisierung der Grenzwertüberschreitung von bis zu 4 Messgrößen	Wirkung als Sammelalarm
Zuordnung	Messgrößen und Grenzwerte frei einstellbar	
Anschluss	Steckverbinder mit Schraubklemmen	
Ausgangssignal	Relais-Kontakt, potentialfrei	
Schaltvermögen	30 V, 1 A	

Datenschnittstellen

Ethernet

Merkmal	Spezifikation
Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Fernbedienung des Gerätes mittels Web-Browser • Dateitransfer von Mess- und Einstellungsdateien • Installieren von Firmware-Updates
Typ	10/100Base-T (RJ45)
Protokoll	TCP/IP, HTTP, FTP

USB-Host

Merkmal	Spezifikation
Funktionen	zum Anschließen von Speichermedien (USB-Memory-Stick, -Festplatte) für <ul style="list-style-type: none"> • Aufzeichnung von Messdaten, Einstellungsprofilen oder Bildschirmkopien (Screenshots) • Installieren von Firmware-Updates
Typ	USB 2.0 Hochgeschwindigkeitsschnittstelle, kompatibel mit USB 1.1

USB-Slave

Merkmal	Spezifikation
Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Fernbedienung des Gerätes • Dateitransfer von Mess- und Einstellungsdateien
Typ	USB 2.0 Hochgeschwindigkeitsschnittstelle, kompatibel mit USB 1.1

Versorgung

Merkmal	Spezifikation	Anmerkung
Netzspannung	85 ... 250V AC/DC	
Netzfrequenz	45 ... 65 Hz / DC	
Leistungsaufnahme	max. 40W / 70VA	
Netzausfallüberbrückungszeit	>20 min durch eingebauten Bleigelakkumulator	nach >2h Ladung
Anschluss	10-A-Kaltgerätestecker mit Schutzkontakt (IEC 320)	

Elektrische Sicherheit

Merkmal	Spezifikation	Anmerkung
Schutzklasse	I gemäß EN 61010-1	
Messkategorie	CAT IV bei 600 V CAT III bei 900 V	gemäß EN 61010-1

Elektromagnetische Verträglichkeit

Merkmal	Spezifikation	Anmerkung
Störfestigkeit und Störaussendung	gemäß EN 61326	entspricht EG-Richtlinie 89/336

Umgebungsbedingungen

Merkmal	Spezifikation	Anmerkung
Temperatur	Betrieb 0 ... +40°C (innerhalb Spezifikation) -10 ... +50°C (ohne Geräteschaden) Lagerung -20 ... +70°C (-20°C für max. 48h)	eingebaute Zwangsbelüftung darf nicht behindert werden
Luffeuchtigkeit	Lagerung ohne Betauung Betrieb 0...25°C max. 95% rel. F., ohne Betauung 25...40°C max. 75% rel. F	nach Betauung: 2h Temperaturlausgleichszeit vor Inbetriebnahme
Höhe (über NN)	Betrieb max. 2000 m Transport max. 12 km	

Mechanischer Aufbau

Merkmal	Eigenschaft
Bauform	transportables Tischgerät im Kunststoffgehäuse mit Tragegriff
Schutzart	gemäß DIN VDE 0470 T1 / EN 60529
Gehäuse	IP30
Anschlüsse	IP20
Abmessungen	290 x 245 x 140 mm (ohne Tragegriff)
Gewicht	2,4 kg netto (ohne Zubehör)

Angewendete Vorschriften und Normen

Norm / Ausgabe	Beschreibung
IEC 61010-1 EN 61010-1 VDE 0411-1:2001	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte
IEC 60529 EN 60529 VDE 0470-1:2000	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)
IEC 60068	Grundlegende Umweltprüfverfahren
VDI/VDE 3540 Bl.2	Zuverlässigkeit von Mess-, Steuer- und Regelgeräten; Klimaklassen für Geräte und Zubehör
EN 61326+A1 ... A3 VDE 0843-20:2003	Elektrische Betriebsmittel für Messtechnik, Leittechnik und Laboreinsatz – EMV- Anforderungen
EN 50160:1999	Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen
EN 61000-4-30: 2003	Verfahren zur Messung der Spannungsqualität
IEC 61000-4-7 EN 61000-4-7 VDE 0847-4-7:2003	Leitfaden für Verfahren und Geräte zur Messung von Oberschwingungen und Zwischenharmonischen in Stromversorgungsnetzen und angeschlossenen Geräten
IEC 61000-4-15 EN 61000-4-15 VDE 0847-4-15:2003	Flickermeter – Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikation
DIN 40110 T1/T2	Wechselstromgrößen in Zweileiter-/ Mehrleiterstromkreisen
DIN 43864	Stromschnittstelle für Impulsübertragung zwischen Impulsgeberzähler und Tarifgeräten

9. WARTUNG UND INSTANDSETZUNG

9.1 Wartung Gehäuse

Eine besondere Wartung des Gehäuses ist nicht notwendig. Achten Sie auf eine saubere Oberfläche. Verwenden Sie zur Reinigung ein leicht feuchtes Tuch. Vermeiden Sie den Einsatz von Putz- Scheuer- oder Lösungsmitteln.

Achten Sie insbesondere darauf, dass der Ventilator nicht blockiert. Längeres Blockieren des Ventilators kann zur Zerstörung des Gerätes führen. Stecken Sie keine dünnen Gegenstände wie Kabel, Nadeln etc. in die Lüftungsschlitze an der linken Gehäusewand!

Überlassen Sie die Reinigung eines durch den Luftstrom verschmutzten Innenraumes des Gerätes ihrer Servicewerkstätte!

9.2 Wartung Akkumulator

Der eingebaute Bleiakkumulator ist wartungsfrei und beständig gegen Tiefentladung. Er wird auch bei längerem Betrieb am Netz nicht überladen Die Brauchbarkeitsdauer ist größer 5 Jahre (Herstellerangabe) Ein entladener Akku benötigt mindestens 3 Stunden zum Wiederaufladen.

Lagerbedingungen

Lagerung bis zu 2 Jahren bei +20°C

Akku tauschen

Der Austausch des Akkus ist von einer von Gossen Metrawatt autorisierten Servicestelle vorzunehmen.

Akku entsorgen

Entsorgen Sie Akkus, die nicht mehr verwendungsfähig sind, ordnungsgemäß bei den hierfür eingerichteten Sammelstellen

9.3 Sicherungen

Netzeingang

Diese Sicherungen befinden sich neben dem Netzanschluss und sind von außen zugänglich.

Sicherungen wechseln → Kap. 2.1.1

WARNUNG 12 beachten!

Netzteilaustrag

Diese Sicherungen befinden sich im Inneren des Gerätes

Sicherungen wechseln

- ☞ Trenne Sie das Gerät allpolig von den Messkreisen und von der Netzversorgung
- ☞ Lösen Sie die beiden Schrauben auf der Gehäuseunterseite, drücken Sie beidseitig die grünen Knöpfe am Gehäusescharnier und heben Sie gleichzeitig den Gehäuseboden ab.
- ☞ Die beiden Sekundärsicherungen sind nun zugänglich und können überprüft und ggf- ausgetauschte werden.

WARNUNGEN 11 und 12 beachten!

9.4 Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung

Nach ElektroG ¹⁾ handelt es sich beim Mavowatt 50 um ein Gerät der Kategorie 9 (Überwachungs- und Kontrollinstrumente). Diese Kategorie fällt nicht in die RoHS-Richtlinie.



Nach WEEE 2002/96/EG und ElektroG sind die Geräte mit dem nebenstehenden Symbol nach DIN EN 50419 gekennzeichnet.

Diese Geräte dürfen nicht mit dem Hausmüll entsorgt werden.

Bezüglich Altgeräte-Rücknahme wenden Sie sich bitte an unserer Service bzw. ihren Vertragshändler.

¹⁾ Österreich: EAG-VO vom 29.04.2005, basierend auf dem Abfallwirtschaftsgesetz AWG 2002

9.5 Reparatur- und Ersatzteil-Service DKD*-Kalibrierlabor und Mietgeräteservice

Bitte wenden Sie sich im Bedarfsfall an:

GMC-I Gossen-Metrawatt GmbH
Service-Center

Thomas-Mann-Straße 20

90471 Nürnberg • Germany

Telefon +49-(0)911-8602-0

Telefax +49-(0)911-8602-253

E-Mail service@gossenmetrawatt.com

Diese Anschrift gilt nur für Deutschland.

Im Ausland stehen Ihnen unsere jeweiligen Vertretungen oder Niederlassungen zur Verfügung.

* **DKD** Kalibrierlaboratorium für elektrische Messgrößen DKD – K - 19701
Akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17 025

Akkreditierte Messgrößen: Gleichspannung, Gleichstromstärke, Gleichstromwiderstand, Wechselspannung, Wechselstromstärke, Wechselstrom-Wirkleistung, Wechselstrom-Scheinleistung, Gleichstromleistung, Kapazität, Frequenz

Hinweis:

Teile der auf Ihrem Mavowatt 50 eingesetzten Software unterliegen der GNU General Public License oder anderen Open-Source-Lizenzbestimmungen. Der Quellcode dieser Programmpakete kann über unseren Service angefordert werden.

ANHANG

A Leistungs- und Energiemessung

A.1 Allgemeines

Elektrische Energie kann aus jedem verfügbaren Primärenergieträger mit vergleichsweise hohem Wirkungsgrad erzeugt und in andere Nutzenergieformen umgewandelt werden. Ein entscheidender Nachteil ist die unzureichende Speicherfähigkeit. Sie hat ein Energieversorgungssystem zur Folge, in dem zu jedem Zeitpunkt ein Gleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch gewährleistet ist. Die Vorteile sind gravierend, sodass die hohen Investitionskosten für das System in Kauf genommen werden.

Aus der engen Kopplung zwischen Erzeuger und Verbraucher folgt der Einsatz eines Mess-, Regel- und Steuersystem, mit dem der Betriebszustand in jedem Augenblick beobachtet und den Erfordernissen angepasst wird. Damit werden neben den Grundparametern Strom, Spannung, Leistung etc. Messgrößen erfasst, die eine Optimierung der Verluste und die Gewährleistung der Betriebssicherheit zum Ziel haben.

Im Überblick sind folgende Messgrößen und Auswertungen von Bedeutung:

- RMS-Spannungen, Ströme (Mittelwert, min, max.)
- Leistung (Wirk-, Blind-, Scheinleistung)
- Leistungsfaktor $\cos\phi$ mit Betrag und Vorzeichen
- Gesamt-Oberschwingungsgehalt
- Spannungsereignisse (Spitzen, Einbrüche, Unterbrechungen)
- Periodische Analyse
- Statistische Analyse
- Analyse von Ereignissen
- Ausgleichsströme

Die Abschnitte A1 bis A3 befassen sich mit der Bildung der Grundmessgrößen für die Leitungs- und Energiemessung unter weitgehender Beachtung der normativen Vorgaben. Erforderliche Abweichungen werden näher beschrieben und begründet.

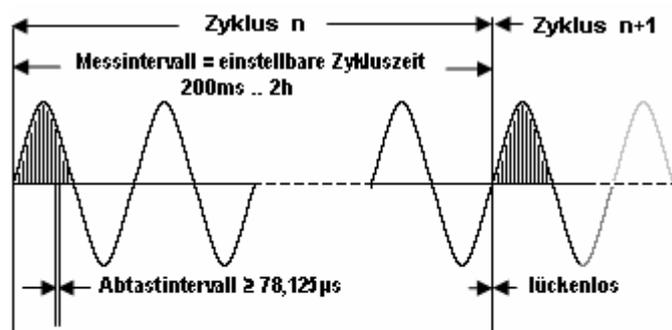
In den darauf folgenden Abschnitten werden allgemein Messgrößen im Versorgungsnetz beschrieben, die von den Grundmessgrößen abgeleitet werden. Die im MAVOWATT 50 realisierte Auswahl daraus ist in → Kap. 6ff aufgelistet.

Schließlich werden Messtechniken beschrieben, die in speziellen Bereichen der Netzmesstechnik angewandt werden.

A.2 Beschreibung des Messablaufes

Alle acht analogen Messeingänge werden getrennt über interne Spannungsteiler geführt, im A/D-Wandler mit einer für die gewählte Messfunktion und den eingestellten Messparametern geeigneten Frequenz, jedoch maximal 100kS/s, abgetastet und in 16-Bit-Datenworte umgewandelt. Die Abtastwerte werden im Signalprozessor (DSP) quadriert und im digitalen Tiefpassfilter integriert. Der Ausgangswert wird alle $\frac{1}{2}$ Perioden ermittelt (TRMS). Die Wurzel daraus stellt den Effektivwert im $\frac{1}{2}$ -Perioden-Intervall für 50 bzw. 60 Hz dar. Er bildet die Basis für alle weiteren Anzeige- und Speicherwerte.

Ein Messzyklus beginnt im Takt der Systemzeit¹⁾, die mit der internen bzw. externen Zeitreferenz zyklisch synchronisiert wird.



Messzyklus:

- Abtastintervall für Kurvenform und Transienten
- $\frac{1}{2}$ Periode für PQ- Kurzzeit- Ereignisse
- 200ms (10/12 Perioden bei 50/60Hz) für PQ- Langzeit-Merkmale
- 1s für Momentanmesswerte
- 10- min Mittelwert für PQ- Langzeitereignisse
- 2h für Flickeralgorithmus
- Definierte Messintervalle für weitere Applikationen (1s .. 60min)

In der Betriebsart Sample werden die Messwerte jeweils am Ende des Intervallzeitraumes bzw. nach Erkennen eines Ereignisses in den Ringspeicher eingetragen. Ist der Speicher voll, wird der jeweils älteste Messwertesatz vom aktuellen überschrieben. Die gespeicherten Messungen werden somit laufend aktualisiert. Länger dauernde Messreihen, Transienten und Ereignisse können auf einem Speichermedium (Zubehör) gespeichert werden. Sie können auf der LC-Anzeige dargestellt oder über eine PC-Software (Zubehör, in Vorbereitung) auf den PC übertragen und ausgewertet werden.

¹⁾ Die Systemzeit wird mit der Unixzeit definiert. Dabei werden die vergangenen Sekunden ab dem Startdatum 1. Jänner 1970, 00:00 h UTC (Weltzeit, Coordinated Universal Time) gezählt. Die UTC hat die GMT (Greenwich Mean Time) abgelöst. Sie ist unabhängig von Zeitzonen definiert und wird daher für zeitzoneübergreifende Zeitangaben (z.B. Luftfahrt) verwendet. Für Computerprogramme lassen sich Zeiträume leicht berechnen, Umstellungen von Sommer- auf Winterzeit spielen keine Rolle.

A.3 Bildung der Grundmessgrößen

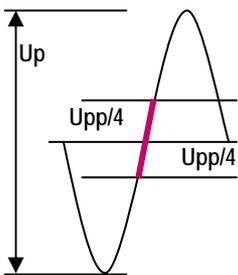
Frequenzmessung

Die Frequenz wird aus der Anzahl der vollständigen Schwingungsperioden während eines bestimmten Zeitintervalls als mittlerer Frequenzwert bestimmt. Gemäß IEC EN 61000-4-30 wurde das Zeitintervall mit 10 s gewählt.

Im Allgemeinen ist das reale Netz nicht rein sinusförmig. Störsignale führen zur Verzerrung der Kurvenform und können zu falschen Messergebnissen für die Frequenz führen. In genannter Norm wird zur Unterdrückung von Störsignalen höherer Frequenz deren Filterung angegeben, gleichzeitig aber eine andere Messmethode gestattet, wenn sie zum gleichen Ergebnis führt.

Im breitbandigen Mavowatt 50 ist eine Filterung des Eingangssignals nicht zielführend. Für die Frequenz wird die in der Folge beschriebene Messmethode angewandt:

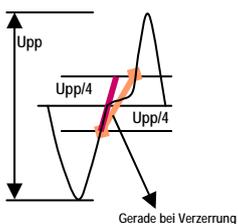
Der Messbeginn wird über die interne Zeituhr synchronisiert. Mit der Ganggenauigkeit von 1 Minute/Jahr (entspricht ca. 1,9 ppm) in Verbindung mit der Möglichkeit der externen Zeitsynchronisation werden alle normativen Anforderungen erfüllt.



werden.

Innerhalb jeder Messperiode von 200ms (entspricht 10 / 12 Perioden bei 50 / 60 Hz) wird einmalig die Spitze-Spitze-Spannung gemessen.

Danach werden die Kurvenpunkte $+U_{pp}/4$ und $-U_{pp}/4$ ermittelt, die durch eine Gerade verbunden



Der Mittelwert daraus ist der Schnittpunkt mit dem Nulldurchgang für die Frequenzbestimmung. Abstand und Anzahl der Nulldurchgänge ergeben die Frequenz.

Die Messung erfolgt im Spannungskanal der Phase 1, der als Referenzkanal definiert ist. Bei Ausfall werden die Spannung in Phase 2, dann in Phase 3, und bei deren gleichzeitigem Ausfall die Stromeingänge 1 bis 3 zur Messung herangezogen.

Im Hinblick auf die normativen Vorgaben für die Beurteilung der Netzqualität erfolgt die Messung lückenlos. Der Messwert wird jede Sekunde zur Anzeige gebracht.

Strom- und Spannungsmessung

Mit dem Mavowatt 50 können Strommessungen sowohl in Wechselstrom als auch in Gleichstromkreisen vorgenommen werden.

Die Strom- und Spannungsmesswerte können dargestellt und gespeichert werden als

- Momentanwerte (200ms-Momentanwert = Effektivwert)
- Maxima, d.h. der jeweils höchste 200ms-Momentanwert im Messintervall
- Minima, d.h. der jeweils niedrigste 200ms-Momentanwert im Messintervall
- Mittelwerte im eingestellten Messintervall

Das Messintervall ist der Zeitabstand zweier unmittelbar aufeinander folgender Beobachtungszeiträume.

Die Spannungsmessung bis 900V erfolgt in den meisten Anwendungen durch direkten Anschluss des Messpunktes an den Spannungs- Messeingang.

Das Eingangssignal für die Strommessung ist eine Spannung, welche proportional zum Stromwert ist. Diese Spannung wird digital integriert und ergibt so ein dem gemessenen Strom äquivalentes Signal.

Neben den herkömmlichen Stromadaptern wie Shunt und Zangenstromanleger (mit Spannungsausgang!) kann ein auf dem Prinzip der Rogowski-Spule basierender Stromadapter verwendet werden.

Eine Rogowski-Spule besteht aus einer eisenlosen Ringspule, bei der ein Pol durch die Mitte der Spiralwindungen zugeführt wird. Als Luftspule besitzt die Rogowski-Spule eine niedrige Induktivität, weist keine Sättigung auf und kann so auf sich schnell verändernde Ströme reagieren, wie dies bei der Transientenmessung erforderlich ist. Als weiterer Vorteil ist die Linearität bei Stromstärken von wenigen Ampere bis hin zu hohen Kurzschlussstromstärken hervorzuheben.

Einstellung der Messparameter für Wechselstrom:

- Kopplung Messeingänge AC
- Urange L1...L3 wird auf die entsprechende Netzspannung eingestellt.
- Uratio L1...L3 und Iratio L1...L3 werden entsprechend dem Übersetzungsverhältnis der Spannungs- / bzw. Stromwandler eingestellt.

Spannungen bis 900V können direkt gemessen werden. Zur Erfassung der Oberschwingungen bis zur 50 Harmonischen sowie der Zwischenharmonischen müssen die Stromwandler eine Bandbreite von mindestens 5 kHz aufweisen.

In jedem Fall ist zu beachten, dass Strom- und Spannungseingänge an denselben Pfad angeschlossen werden.

Einstellung der Messparameter für Misch- und Gleichstrom:

- Kopplung Messeingänge AC+DC
- Urangle L1...L3 wird auf die entsprechende Netzspannung eingestellt.
- Uratio L1...L3 und Iratio L1..L3 werden entsprechend dem Übersetzungsverhältnis der Gleichspannungs- / bzw. Gleichstromwandler eingestellt.

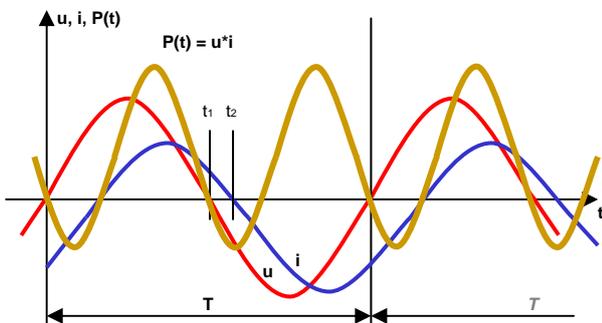
In Mischstromkreisen werden zur Messung von Spannung und Strom vorzugsweise Hall-Effekt-Wandler verwendet. In Gleichstromkreisen haben sie gegenüber den üblicherweise dort eingesetzten Spannungsteilern und Shunts den Vorteil der galvanischen Trennung zwischen Messkreis und Messeingang. Zur Erfassung der Oberschwingungen bis zur 50 Harmonischen sowie der Zwischenharmonischen müssen die Strom- Spannungswandler eine Bandbreite von mindestens 5 kHz aufweisen.

Elektrische Leistung P

Die elektrische Leistung ergibt sich als Produkt der Augenblickswerte von Stromstärke und Spannung an einem beliebigen Messpunkt eines Stromkreises:

$$P(t) = u * i$$

Dieses Produkt nimmt innerhalb einer Periode im Allgemeinen positive und negative Werte an. Sind die Vorzeichen von Stromstärke und Spannung gleich, erfolgt der Energiefluss in einer (willkürlich) festgelegten Richtung. Sind die Vorzeichen verschieden (z. B. zwischen t1 und t2) fließt die Energie in entgegengesetzte Richtung.



Für die Leistungsbestimmung wird ein zweckmäßiges Pfeilsystem eingeführt. Da mit dem Mavowatt 50 überwiegend die von Verbrauchern aufgenommene Leistung gemessen wird, kommt gemäß DIN 5489 das Verbraucher-Pfeilsystems zur Anwendung: Bei Energiefluss in Verbraucherrichtung hat die Leistung ein positives Vorzeichen.

Die Wirkleistung P ist der arithmetische Mittelwert der Augenblicksleistung, gebildet über eine Periodendauer:

$$P = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} u * i$$

- N Anzahl der Abtastwerte pro Periode
- k Index der Abtastwerte

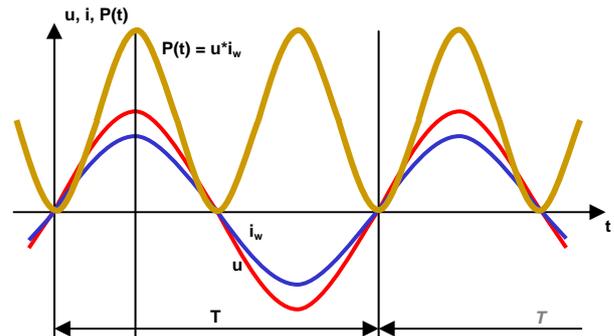
A.4 Abgeleitete Messgrößen

Die Effektivwerte von Stromstärke, Spannung und elektrischer Leistung sind direkt messbar. Die weiteren Messgrößen sind daraus abgeleitete Rechengrößen.

Scheinleistung S

Die Scheinleistung S ergibt sich aus dem höchsten erreichbaren Wert der Wirkleistung. Diese kann nur bei reinem Wirkwiderstand erzielt werden und ist das Produkt der Effektivwerte von Stromstärke und Spannung. Sie ist immer größer oder gleich dem Betrag der Wirkleistung:

$$S = U * I \geq |P|$$



Blindleistung Q

Die Blindleistung ist eine aus der Wirkleistung P und der Scheinleistung S abgeleitete Rechengröße. Sie ist zunächst ein Maß für die Verluste durch induktive und kapazitive Blindwiderstände. Darüber hinaus verursachen nichtlineare Lasten Verluste, die sich als Oberschwingungen auswirken. Die Folge von Verlusten ist eine Erhöhung der Belastung des elektrischen Netzes. Energieversorger und Verbraucher sind daher bemüht, den Blindanteil möglichst klein zu halten.

Gemäß DIN 40110 gilt für das Einphasen-Zweileiternetz

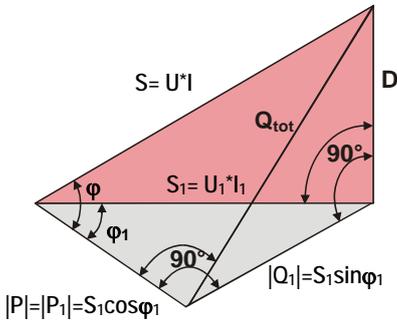
$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Diese Formel gilt auch für beliebige Kurvenformen der Wechselgrößen. Blindleistung tritt auf

- wenn Strom und Spannung nicht die gleiche Phasenlage aufweisen bzw.
- wenn Strom und Spannung nicht gleichfrequent vorhanden sind, d.h. wenn Oberschwingungen auftreten.

Verzerrungsblindleistung D

Der Energietransport vom Erzeuger zum Verbraucher erfolgt grundsätzlich nur über die Grundschiwingung von Strom und Spannung. Bei Kurvenformen, die vom kosinusförmigen Verlauf abweichen, enthält der Blindleistungsanteil eine zusätzliche Komponente, die keinen Beitrag zum Energietransport liefert. Aus dem Produkt aus Netzspannung (Grundschiwingung) und Stromüberschwingungen ergibt sich die Verzerrungsblindleistung D.



Der Blindleistungsanteil eine zusätzliche Komponente, die keinen Beitrag zum Energietransport liefert. Aus dem Produkt aus Netzspannung (Grundschiwingung) und Stromüberschwingungen ergibt sich die Verzerrungsblindleistung D.

Allgemein gilt: $S^2 = |P|^2 + |Q_1|^2 + D^2$

Mit $S_1^2 = |P|^2 + |Q_1|^2$ folgt: $S^2 = S_1^2 + D^2$

$Q_{tot}^2 = |Q_1|^2 + D^2 \rightarrow D = \sqrt{Q_{tot}^2 - Q_1^2}$

Leistungsfaktor PF (λ)

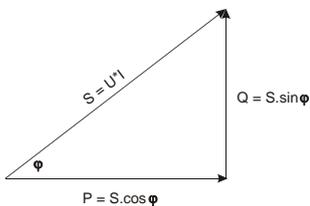
Der Leistungsfaktor (oder auch Wirkfaktor) ist das Verhältnis von Wirkleistung P zur Scheinleistung S:

$\lambda = \frac{|P|}{S} \quad 0 \leq \lambda \leq 1$

Er ist ein Maß für den Ausnutzungsgrad der von den Verbrauchern beanspruchten Scheinleistung, gibt also den bei der Energieumwandlung nutzbaren Anteil des in die Verbraucher fließenden Stromes an.

Verschiebungsfaktor $\cos\phi$

Wenn den Grundschiwingungen von Spannung und Strom keine Oberschwingungen überlagert sind, kann das Verhältnis P/S als Kosinus des Winkels ϕ_1 ausgedrückt werden (Der Index 1 steht für die Grundschiwingung). In diesem Sonderfall sind Leistungsfaktor und Verschiebungsfaktor identisch:



$\lambda_{\phi_1} = \cos \phi_1 = \frac{|P|}{\sqrt{P^2 + Q_1^2}}$

Verzerrungsfaktor (λ_d)

$\lambda_d = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q_{\phi_1}^2 + D^2}}$

- ☛ Maßgebend für die Bemessung der Leitungsquerschnitte ist immer der tatsächlich fließende Strom I, der sich aus Wirkanteil und den beschriebenen Blindanteilen zusammensetzt.
- ☛ Bei Kondensatoren und Spulen wird das Verhältnis

$\frac{|P|}{|Q|} = d$ als Verlustfaktor definiert.

Hinweis: Das Formelzeichen für die Verzerrungsblindleistung wurde entsprechend dem allgemeinen Gebrauch in der Literatur gewählt. In der Norm DIN 40110 ist dafür Q_d angegeben.

Blindleistungskompensation

Die durch induktive und kapazitive Lasten bewirkte Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung erfordert eine höhere Anlagenbelastung. Zur Begrenzung der Scheinleistung wird von den Energieversorgern die Einhaltung eines bestimmten Leistungsfaktors vorgeschrieben. Dem geforderten Leistungsfaktor $\cos\phi = 0,9$ entspricht ein $\tan\phi$ von 0,48, daher gilt jene Blindarbeit als verrechenbar, die 50% der gleichzeitig abgegebenen Wirkarbeit übersteigt.

Für die Berechnung der erforderlichen Kompensationsleistung muss die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung kompensiert werden. Dafür ist der Leistungsfaktor λ_{ϕ_1} heranzuziehen:

$\tan \phi_1 = \frac{Q_1}{|P|}$

Für einen vorgegebenen Leistungsfaktor gilt:

$\tan \phi_{1n} = \frac{Q_{1n}}{|P|}$

Die erforderliche Kompensationsblindleistung ist damit

$\Delta Q = |P| * (\tan \phi_1 - \tan \phi_{1n})$

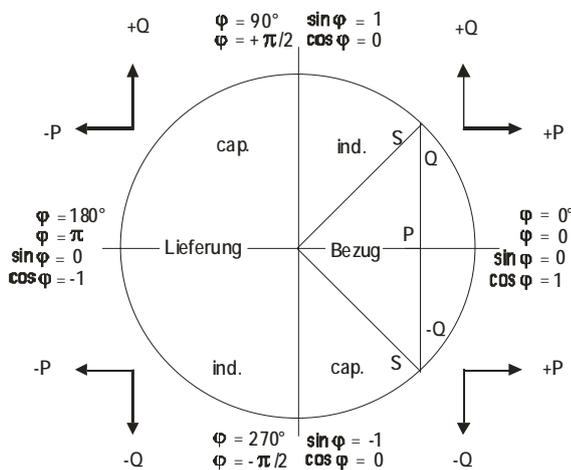
Unter Kompensation wird grundsätzlich die Kompensation der Verschiebungsblindleistung verstanden. Für die Kompensation von störenden Oberschwingungen werden OberschwingungsfILTER benötigt. Als Berechnungsgrundlage dafür dient die Verzerrungsblindleistung D.

Beim Vergleich von Messergebnissen ist zu beachten, dass der für die Blindleistungskompensation erforderliche $\cos\phi$ vom Leistungsfaktor PF in stark verzerrten Netzen erheblich abweichen kann.

Energieflussrichtung

Unter Verwendung des Verbraucher-Pfeilsystems gemäß DIN 5489 „Vorzeichen- und Richtungsregeln für elektrische Netze“ hat die von einem Verbraucher aufgenommene Wirkleistung ein positives Vorzeichen. Bei Umkehr der Energieflussrichtung wechselt auch das Vorzeichen für die Wirkleistung.

Die Blindleistung hat gemäß Definition nach DIN 40110 stets ein positives Vorzeichen. Wegen $Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$ und $\sin \varphi = \cos(90^\circ - \varphi)$ kann sie für sinusförmige Wechselgrößen auch messtechnisch erfasst werden. Dabei wird die Spannung vor der Multiplikation der Augenblickswerte durch Vorschalten eines Tiefpasses um 90° verschoben. Die daraus berechnete Blindleistung nimmt ein von der Lastart (kapazitiv oder induktiv) und der Energieflussrichtung abhängiges Vorzeichen an: Bei Energiebezug und induktivem Blindwiderstand hat der Phasenwinkel φ ein positives Vorzeichen. Kehrt sich die Energieflussrichtung um, wechselt auch das Vorzeichen.



Vierquadrantendarstellung der Leistung bei sinusförmigen Wechselgrößen

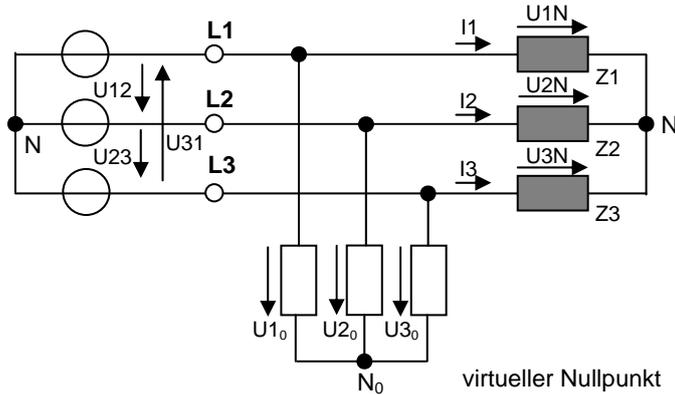
Für verzerrte Kurvenform erhält man für den gemäß

DIN 40110 aus der Gleichung $Q = \sqrt{S^2 - P^2}$

berechneten und den aus Abtastung gewonnenen Wert verschiedene Ergebnisse. Für jede Oberschwingungsordnung ergibt sich ein von der Amplitude und Phasenlage abhängiger Wert. Das Vorzeichen der einzelnen Produkte aus den Abtastwerten $q = u(t) \cdot i(t)$ kann abschnittsweise wechseln. Wenn die Nulldurchgänge der Oberschwingungen mit dem Nulldurchgang der Grundschwingung übereinstimmen, ist der aus den Abtastwerten gewonnene Wert gleich jenem aus der sinusförmigen Kurve berechneten. Vorausgesetzt ist eine genügend hohe Anzahl von Abtastungen sowie eine exakte Bandbegrenzung.

A.5 Drehstrom - Dreiphasenwechselstrom

Für die Übertragung und Verteilung der Elektrizität mit ihrer enorm vielseitigen Anwendung hat sich die Kombination aus mehreren Wechselströmen als zweckmäßig erwiesen, deren Spannungen gegeneinander phasenverschoben sind. Praktisch von Bedeutung ist das symmetrische Dreiphasensystem. Es wird wegen der Möglichkeit, auf der Verbraucherseite ein Drehfeld zu erzeugen auch als Drehstromsystem bezeichnet.



Das in obiger Ersatzschaltung eingetragene Zählfeilsystem wurde gemäß DIN 5489 gewählt (Verbraucher-Zählfeilsystem).

Spannungen und Strömstärken

Bei der Anzahl der Leiter werden nur die Außenleiter und gegebenenfalls der Neutralleiter gezählt. Schutzleiter, Erdungsleiter, Schirme etc. werden nicht berücksichtigt. Zur Vermeidung von Fehlinterpretationen und in Übereinstimmung mit dem Einphasen- Wechselstromsystem werden in Abweichung zur DIN 40110 Teil 2 Spannungen zwischen zwei Außenleitern als verkettete, Spannungen zwischen Außenleiter und Neutralleiter als Sternspannungen bezeichnet. Ist der Neutralleiter nicht herausgeführt, werden die Sternspannungen gegen einen virtuellen Nullpunkt gemessen.

Gemäß Knotenregel (1. Kirchhoff-Gesetz) gilt für die Stromstärken $i_1 + i_2 + i_3 + i_N = 0$. Folglich ergibt sich der Strom im Nullleiter $i_4 = -(i_1 + i_2 + i_3)$.

Diese Regel kann für Netze mit verzerrter Kurvenform - die als Folge von nicht linearen Lasten in Erscheinung treten - nicht angewendet werden. Es ist daher zweckmäßig, Stromstärke und Spannung im Nullleiter gesondert zu messen (→ Kap. B.5).

Die kollektiven Effektivwerte der Leiterstromstärken und Sternspannungen werden wie folgt berechnet:

$$I_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{\mu=1}^3 I_{\mu}^2} \quad \text{und} \quad U_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{\mu=1}^3 U_{\mu 0}^2}$$

Kollektive Wirkleistung PΣ

Gemäß DIN 40110 Teil2 ist die Wirkleistung PΣ im Drehstromsystem aus der Summe der drei Leiterwirkleistungen zu berechnen:

$$P_{\Sigma} = \frac{1}{T} \left(\int_0^T u_{10} i_1 dt + \int_0^T u_{20} i_2 dt + \int_0^T u_{30} i_3 dt \right)$$

In Übereinstimmung mit dem Einphasen- Wechselstromsystem gilt die Formel ohne Einschränkung auch unsymmetrische Spannungen und Belastung sowie für verzerrte Kurvenform.

Unter Berücksichtigung der Zusammenhänge $i_2 = -(i_1 + i_3)$ für Stromstärken und $u_{10} - u_{20} = u_{12}$ sowie $u_{30} - u_{20} = u_{32}$ kann die kollektive Wirkleistung mit zwei Messsystemen gemessen werden (Aron-Schaltung).

$$P_{\Sigma} = \frac{1}{T} \left(\int_0^T u_{12} i_1 dt + \int_0^T u_{32} i_3 dt \right)$$

Messanschlüsse siehe → Kap. 7 Messschaltungen

Kollektive Scheinleistung SΣ

Die allgemeine Definition für die Scheinleistung einer Last wird gemäß DIN 40110-2 aus dem Produkt der kollektiven Spannung und der kollektiven Stromstärke berechnet:

$$S_{\Sigma} = U_{\Sigma} * I_{\Sigma}$$

Kollektive Blindleistung QΣ

In gleicher Weise wie für Einphasen- Wechselstrom wird die kollektive Blindleistung aus SΣ und PΣ abgeleitet:

$$Q_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Sigma}^2 - P_{\Sigma}^2}$$

Damit werden alle Verluste erfasst, die durch nicht lineare Lasten, Blindwiderstände oder Unsymmetrien verursacht werden.

Kollektiver Leistungsfaktor PFΣ (λΣ)

Der kollektive Leistungsfaktor berechnet sich mit

$$\lambda_{\Sigma} = \frac{|P_{\Sigma}|}{S_{\Sigma}}$$

Bei unsymmetrischer Last ist die Aussagekraft des kollektiven Leistungsfaktors anders zu bewerten als jene einer Phase. Zu den Verlusten durch Blindlasten und Verzerrung der Kurvenformen von Spannung und Strom werden hier auch die durch die unsymmetrische Belastung verursachten Verluste berücksichtigt.

A.6 Energiemessung

Die im EVU-Bereich vornehmlich zu Verrechnungszwecken durchzuführende Ermittlung der Verrechnungsleistung ist grundsätzlich verschieden zu Messungen in anderen Bereichen der Netzmesstechnik. Daher umfassen die Parameter für die Energie- und Leistungsmessung neben allgemeinen Messparametern (Uratio, Iratio, etc.) das Messzeitintervall Periode. Zusammen mit dem für die Effektivwertmessung (200ms) und Power Quality vorgegebenen Messintervallen sind gleichzeitige Messungen verschiedener Messarten möglich. Als Beispiel seien die höchste Momentanleistung im Intervallzeitraum und die Periodenleistung im Periodenzeitraum angeführt.

Zeit	P1 ▲[W]	P2 ▲[W]	P3 ▲[W]	PΣ ▲[W]
12:00:00.000	1,11k	0,08k	0,44k	1,60k
12:15:00.000				
12:30:00.000				
12:45:00.000				
13:00:00.000				
13:15:00.000	0,61k	0,05k	0,17k	0,83k
13:30:00.000	0,64k	0,15k	0,09k	0,88k
13:45:00.000	0,68k	0,20k	0,10k	0,97k
14:00:00.000	0,45k	0,07k	0,09k	0,61k
14:15:00.000	0,49k	0,07k	0,09k	0,65k
14:30:00.000	0,53k	0,19k	0,09k	0,81k
14:45:00.000	0,52k	0,15k	0,09k	0,77k
13:45:00.000	0,59k	0,06k	0,09k	0,74k
14:00:00.000	0,76k	0,06k	0,10k	0,92k
14:15:00.000	0,73k	0,23k	0,10k	1,06k
14:30:00.000	0,70k	0,11k	0,10k	0,91k
14:45:00.000	0,53k	0,07k	0,09k	0,69k

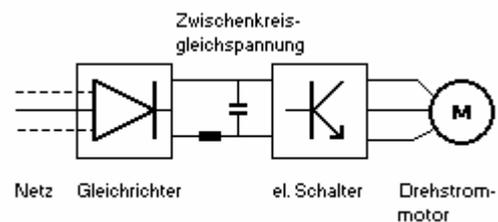
Gleichzeitige Aufnahme von Intervallmessdaten und 200ms-Effektivwerten: Periodenleistung im 15-min-Intervall und 200ms-Spitzenwert im Intervall

Die innerhalb jeder Periode akkumulierte Energie wird am Ende einer Periodendauer als Periodenleistung gespeichert und rückgesetzt. Aus der fortlaufenden Messung resultiert das Lastprofil. Die höchsten Periodenleistungen jedes Monatszeitraumes sind die Grundlage für die von den EVU's verrechnete Leistung (Verrechnungsleistung). Gleichzeitig kann innerhalb des Intervalls die höchste Momentanleistung registriert werden. Sie gibt Aufschluss über die höchste kurzzeitige Anlagenbelastung und damit über die erforderliche Anlagengröße.

Die Tarifgestaltung der EVU's kennt eine Vielzahl von Tarifarten mit verschiedenen Tarifzeiten. Tarifarten für Sonderabnehmer (z.B. Großkunden) und die Einbeziehung von Qualitätsanforderungen an die elektrische Energieversorgung (Power Quality) vervielfachen die Tarifarten. Mit dem MAVOWATT 50 können grundsätzliche Eigenschaften des Energieverbrauches im Tagesintervall erfasst und den Tageszeiten zugeordnet werden. Tarifarten die über längere Zeiträume als ein Tag gelten, werden nicht weiter unterschieden (z.B. Wochenende, Feiertag, Sommer/Winter, etc.).

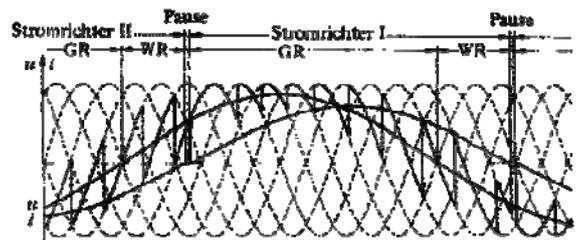
A.7 Messung an Frequenzumrichtern

Umrichtergeriegelte Drehstromantriebe bieten trotz höherem Aufwand für den Umrichter erhebliche Vorteile gegenüber Gleichstrommaschinen. Mit der Verfügbarkeit von Elektronikbauteilen, die für relativ hohe Lastströme und hohe Sperrspannungen geeignet sind, wurde für den Umrichter mit Zwischenspannungskreis ein breites Anwendungsgebiet geöffnet. Dabei wird die am Eingang des Frequenzumrichters anliegende Ein- oder Dreiphasen- Wechselfspannung zunächst in den Stromrichtern gleichgerichtet und im Gleichstrom-Zwischenkreis aufbereitet. Mit elektronischen Schaltern (z.B. FET's, GTO's) wird die Zwischenkreis-Gleichspannung auf die einzelnen Phasen der Maschine so verteilt, dass ein Drehfeld mit der gewünschten Drehfeldgeschwindigkeit und Amplitude entsteht.



Schema eines elektronischen Frequenzumrichters mit Zwischenkreis-Gleichspannung

Amplitude und Frequenz der Ausgangsspannung werden durch das Puls-Pausen-Verhältnis der Taktfrequenz (auch als Puls- bzw. Chopperfrequenz bezeichnet) verstellt. Dabei wird das Tastverhältnis zwischen positiven und negativen Spannungswerten so gewählt, dass sich als Mittelwert eine Sinusfunktion ergibt. Die Motorspannung besteht aus einzelnen Pulsen mit konstanter Amplitude und variabler Pulsbreite (Pulsweitenmodulation). Daraus ergibt sich die gewünschte Ausgangsfrequenz, mit der die Motordrehzahl geregelt wird.



Strom- und Spannungsverläufe eines Direktumrichters

Bei der Messung elektrischer Größen an Frequenzumrichtern führt der reine Effektivwert der Ausgangsspannung nicht zum gewünschten Ziel. Auch die Taktfrequenz liefert keine Aussage über die Frequenzregelung. Die beiden Messgrößen können nicht durch einfache Spannungs- und Frequenzmessung erfasst werden. Derartige Messsignale erfordern ein spezielles Messverfahren, mit welchem die Umrichterschaltfrequenz ausgefiltert und die am Antrieb wirksame Modulationsfrequenz (Nutzfrequenz) ermittelt wird.

Für die Spannungsmesseingänge wird dies im MAVOWATT 50 durch ein aktivierbares Tiefpassfilter bewirkt.

Der Strom hat infolge der Induktivität des Antriebes eine bessere Sinusform. Dadurch kann die Strommessung mit üblichen Meßmethoden und bis in den oberen Frequenzbereich des Gerätes (20 kHz) durchgeführt werden.

Aus den so aufbereiteten Signalen kann das Gerät dann wiederum alle Messgrößen der Leistungs- und Energieanalyse herleiten, sofern folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Die Schaltfrequenz muss im Bereich 1,5 ... 30 kHz und die Nutzfrequenz zwischen 10 Hz und 100 Hz liegen.
- Die Erfassung des Motorstromes erfolgt galvanisch entkoppelt, z.B. mittels (Zangen-)Stromsensoren.

Die Berechnung der Wirkleistung und des Effektivstromes erfolgen mit dem nicht gefilterten Signal. Damit werden alle Oberschwingungsanteile bis 20 kHz in das Messergebnis mit einbezogen. Gute Rückschlüsse auf die mechanische Leistung und die Wicklungserwärmung sind daher möglich.

Zur Berechnung der Scheinleistung (Produkt $U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}$) wird das Produkt aus der gefilterten Spannung und dem ungefilterten Motorstrom herangezogen. Leistungsfaktor und Blindleistung werden mit den bekannten Formeln $PF=P/S$ und $Q = \sqrt{S^2 - P^2}$ berechnet.

Oberschwingungen erzeugen Stromwärmeverluste und verursachen Störungen im elektrischen Versorgungsnetz. Mechanisch betrachtet, können sie Rüttelmomente verursachen, die Wärme erzeugen und keinen Beitrag zum Nutzmoment leisten.

Obwohl Umrichter durch ihre eigenen Wärmeverluste den Wirkungsgrad für die Umwandlung von elektrischer in mechanischer Energie verkleinern, ist der durchschnittliche Wirkungsgrad über den ganzen Betriebsbereich besser. Der zusätzliche Energieaufwand für den Wärmeverlust in den Leistungshalbleitern wird in der Regel auf der mechanischen Seite mit Energieeinsparungen um ein mehrfaches kompensiert.

A.8 Transientenmessung

Transienten werden mit mehreren sehr unterschiedlichen Merkmalen definiert. Im Allgemeinen wird damit ein schnelles impulshaftes Phänomen bezeichnet, dessen charakteristisches Merkmal das zeitlich nicht vorhersehbare Auftreten ist. Demgemäß erfolgt die messtechnische Erfassung ereignisgesteuert.

Mit Transienten werden allgemein Vorgänge im Frequenzbereich von 100 kHz und mehr verstanden. Der grundsätzliche Unterschied zur Definition für das elektrische Energieversorgungsnetz liegt darin, dass hier Transienten als eine kurzzeitige Überspannung mit einer Zeitdauer von einigen Mikrosekunden bis Millisekunden verstanden werden. Gemäß IEC/EN 61000-2-2 befassen sich die Normen EN 50160 und IEC 61000-4-30 mit Frequenzen im Bereich unter 10 kHz. Damit entspricht der MAVOWATT 50 mit der kleinsten Abtastrate von 10µs den Anforderungen für die Erfassung von Transienten in elektrischen Energieversorgungsnetzen.

Transienten entstehen durch ständige Veränderungen im Energieversorgungsnetz, das sind Schalthandlungen und Fehlerfälle. Darüber hinaus können Transienten durch externe atmosphärische Einflüsse entstehen. Sie stehen mit der Netzfrequenz nicht in unmittelbarem Zusammenhang. Dadurch ergeben sich immer wieder Netzzustände, auf die das Gesamtsystem durch transiente Ausgleichsströme und Ausgleichsspannungen reagiert bis der eingeschwingene Zustand erreicht ist.

Hinweis: Für das elektrische Energieversorgungsnetz werden Merkmale mit festgelegter Zeitdauer (10ms bis 2h) und engen Toleranzgrenzen definiert, mit denen normale Betriebsbedingungen beschrieben werden (EN 50160, Eurelectric). Abweichungen davon werden als Ereignisse bezeichnet. Der transiente Charakter ist durch das zeitlich nicht vorhersehbare Auftreten gegeben. Entgegen vorgenannten Einflüssen stehen sie mit der Netzfrequenz in unmittelbarem Zusammenhang. Ereignisse unterscheiden sich damit grundsätzlich von den Transienten, die ohne festgelegte Zeitdauer aus Abtastwerten ermittelt werden.

Zusätzlich zu dem auf Verträglichkeitspegel abgestimmten Triggersystem für die Netzqualität ist ein weiteres erforderlich. Mehrere Triggerbedingungen gleichzeitig sind möglich (Triggerschwelle und Triggersteilheit). Für den Ablauf der ereignisgesteuerten Registrierung und der Darstellung von transienten Ereignissen sind zwei Triggerbetriebsarten möglich: Im Singlemode wird das höchste in einem Zeitraum von 200ms auftretende transiente Ereignis aufgezeichnet, wobei die Triggerbedingung nach der Aufzeichnung manuell reaktiviert werden muss. Im Rollmode erfolgt die Aufzeichnung aller erfassbaren transienten Ereignisse durch automatisches Reaktivieren des Triggers. Ist die Speicherfunktion aktiviert, werden alle erfassbaren Ereignisse, die die Triggerbedingung erfüllen, der Reihe nach gespeichert.

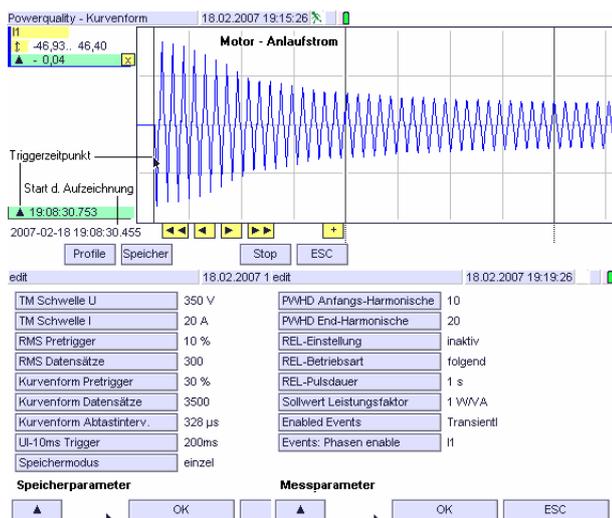
A.9. Sonderfälle der Transientenmessung

In den meisten Anwendungen spielt die gezielte Überschreitung einer Triggerschwelle eine besondere Rolle. Damit sind insbesondere die bei Schalthandlungen auftretenden Einschwingvorgänge und Spannungseinbrüche gemeint. Nach Zuschalten eines Verbrauchers höherer Leistung tritt kurzzeitig ein Einschaltstrom auf, der zum Einbruch der Versorgungsspannung führt.

Die Bestimmung des Einschaltstromes sowie dessen Begrenzung zählen zu den wesentlichen Aufgaben in der Entwicklung von Stromversorgungen.

A.9.1 Motor-Anlaufstrom

Ein Elektromotor besteht im Wesentlichen aus dem Gehäuse (Stator) und den mehrpoligen Rotoren, die mit Kupferdraht umwickelt sind. Schließt man die Rotorwicklungen an das Netz, fließt zunächst ein hoher Strom und der Motor beginnt sich zu drehen. Dabei entsteht ein Generatorstrom der dem Antriebsstrom entgegen wirkt. Der Stromverbrauch sinkt und stellt sich bei einer bestimmten Drehzahl auf den Nennstromverbrauch ein.

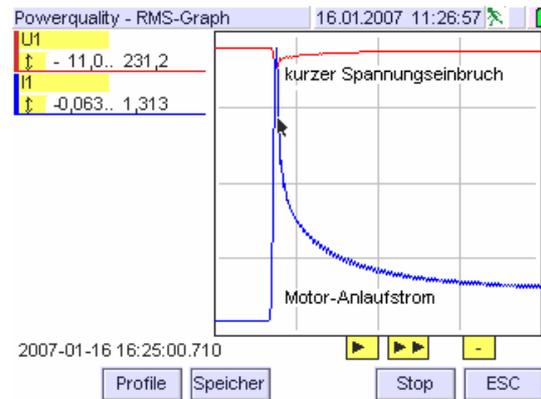


Das Beispiel stellt das Anlaufverhalten eines einphasigen 1 KW-Motors dar. Bei Motoren größerer Leistung kann die hohe Strombelastung zu Spannungseinbrüchen im Netz führen, die wiederum das Betriebsverhalten anderer Verbraucher beeinflussen. Daher werden elektronische Sanftanlasser eingesetzt, mit denen während der gesamten Anlaufzeit ein vorgegebener Wert für den Strom (bzw. die Leistung) nicht überschritten wird. So lässt sich der Antrieb für die kritische Hochlaufphase anpassen. Dabei darf nicht übersehen werden, dass z. B. Schaltungen nach dem Phasenanschnittprinzip zu Verzerrungen der Kurvenform, und damit zu Oberschwingungen führen, die wiederum das Netz belasten.

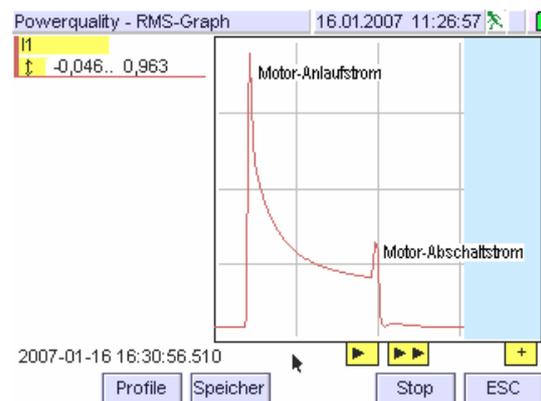
In gleicher Weise kann das Einschaltstromverhalten von Stromversorgungen (Schaltnetzteile) aufgezeichnet werden.

A.9.2 Motor-Anlaufstrom als RMS-Kurve

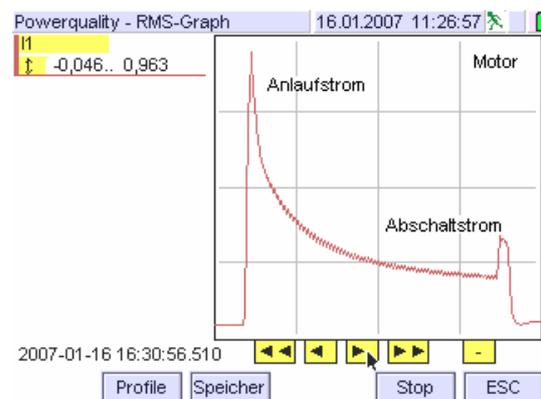
Der Mavowatt 50 bietet die Möglichkeit, den Effektivwert über 10ms zu bilden. Neben der Aufzeichnung des Verlaufes der Kurvenpunkte in einer geeigneten Auflösung ist die Darstellung als 10ms-Signalverlauf möglich.



Das Beispiel zeigt gleichzeitig den kurzzeitigen Spannungseinbruch während des Motoranlaufes.



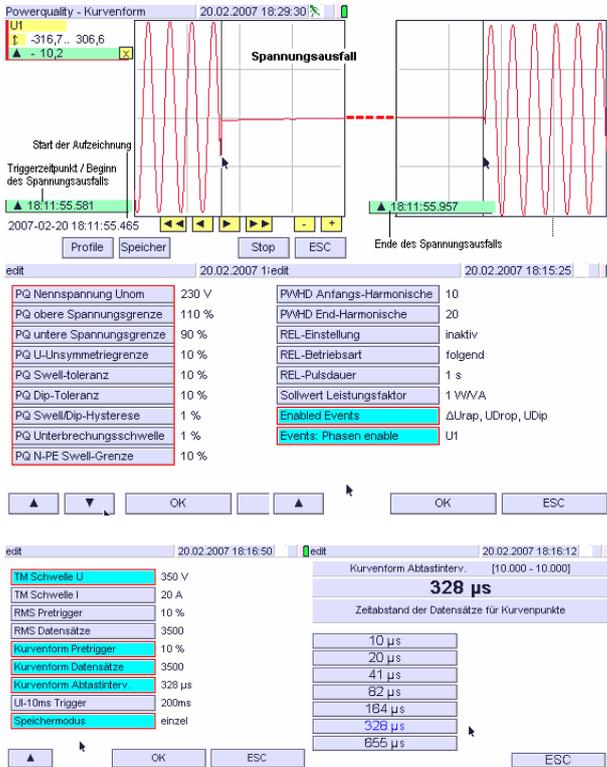
Die Zoom-Funktion erlaubt die Darstellung in geeigneter Auflösung. Oben ist der Gesamtverlauf dargestellt, die untere Darstellung zeigt den wesentlichen Teil der gesamten Aufnahme.



Beim Abschalten wurde eine Stromüberhöhung beobachtet, die auf die Generatorwirkung während des Abschaltvorganges zurückzuführen ist.

A.9.3 Spannungseinbrüche und -unterbrechungen

Diese Merkmale der Spannung werden zwar der Netzstöranalyse zugeordnet, sind aber mit der Aufzeichnung von Transienten verwandt. Mit dem **Mavowatt 50** kann neben dem 10ms- Signalverlauf der Verlauf der Kurvenpunkte aufgezeichnet werden.



Im Beispiel wurden die Mess- und Speicherparameter so gewählt, dass eine Aufzeichnung über längere Zeit bei genügender Auflösung der Kurve gegeben ist.

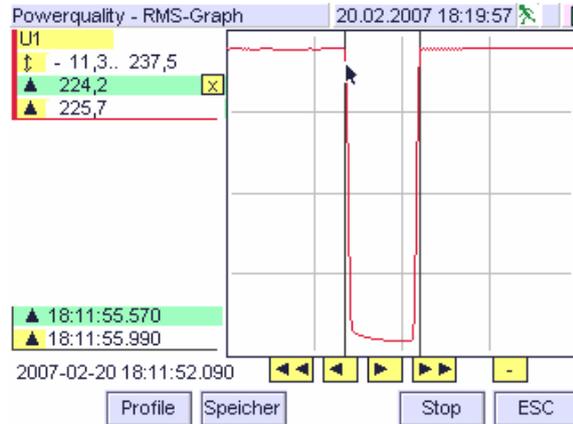
Bei der maximal möglichen Anzahl von 3500 Datensätzen und dem gewählten Zeitabstand von 328µs ergibt sich eine Aufzeichnungszeit von 1148ms. Damit ist eine kontinuierliche Aufzeichnung von Spannungseinbrüchen und -unterbrechungen mit einer Dauer von mehr als 1 Sekunde möglich.

Mit den vertikalen Cursorlinien können Beginn und Ende des Spannungsausfalles markiert und die Zeitdauer des Ausfalls berechnet werden. Im gewählten Beispiel beträgt die Ausfalldauer mit 376ms.

Hinweis: Bei dem möglichen Zeitabstand von 655µs beträgt die Aufzeichnungsdauer 2,29 Sekunden. Spannungseinbrüche (und damit auch Einschwingvorgänge) von bis zu 2,29 Sekunden können damit lückenlos erfasst werden.

A.9.4 Spannungseinbruch und -unterbrechung als RMS-Kurve

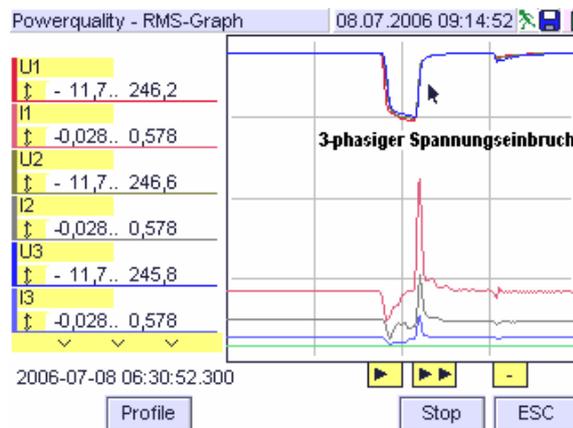
Der im vorhergehenden Kapitel dargestellte Verlauf der Kurvenpunkte wird in der Netzstöranalyse als Verlauf der 10ms- Effektivwerte aufgezeichnet. Demgemäß ergibt sich die im folgenden Bild gezeigte Darstellung.



Werden Beginn und Ende des Spannungsausfalles mit den vertikalen Cursorlinien markiert, ergibt sich eine Ausfalldauer von 420ms.

Bei Vergleich der Ergebnisse aus obiger Darstellung und jener aus dem vorhergehenden Kapitel ergibt sich eine Differenz von 44ms. Dies ist damit erklärbar, weil in der RMS-Messung die beiden Perioden vor und nach der Unterbrechung noch berücksichtigt wurden. Darüber hinaus wird in der RMS-Darstellung die Zeit mit einer Auflösung von 10ms angegeben, daher bleiben die 4 ms unberücksichtigt. Der zeitliche Zusammenhang der beiden Darstellungen ist daraus erkennbar.

Ein weiteres Beispiel zeigt einen dreiphasigen Spannungseinbruch und die damit zusammenhängende Stromüberhöhung. Daraus ist ersichtlich, dass die Last in Phase 1 den größten Stromanstieg verursacht.

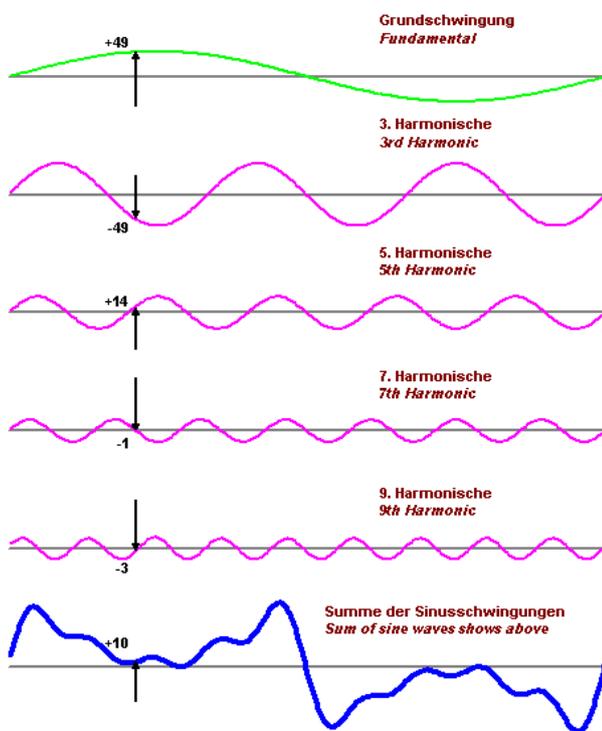


B Oberschwingungen und Zwischenharmonische (FFT)

B.1 Allgemeines

Eine gleichbleibende, periodische Abweichung der Kurvenform von der Sinusform bedeutet, dass die Grundschiwingung von weiteren Schwingungen überlagert ist. Mit Hilfe der Fourier-Transformation kann das Signal in eine Summe von Sinusfunktionen zerlegt werden. Diese spektralen Anteile können als Diagramm dargestellt werden, in dem Amplituden, Phasen und Frequenzen der sinusförmigen Komponenten aufgetragen werden.

Wenn daraus durch Überlagerung wieder das ursprüngliche Signal gewonnen werden kann, hat man die Fourier-Transformierte des Signals gefunden.



Für die Berechnung einer großen Anzahl an Amplituden sinusförmiger Komponenten aus der gleich großen Anzahl von Abtastwerten braucht die diskrete Fourier-Transformation selbst bei Verwendung von Rechnern mit hoher Rechengeschwindigkeit lange Rechenzeiten. Die Bedeutung der Fourier-Transformation wurde mit dem 1965 angegebenen Algorithmus der „fast fourier transform“ (FFT) revolutioniert. Er erlaubt die Berechnung der spektralen Komponenten in kürzester Zeit.

B.2 Beschreibung

Das zu analysierende analoge Signal wird über einen Tiefpass gefiltert (Anti-Aliasing-Filter), A/D-gewandelt und zwischengespeichert. Über das Verfahren der „Schnellen (Fast) Fourier- Transformation“ werden die Spektralen Anteile im Abstand von 5 Hz in allen vier Phasen kontinuierlich gewonnen. Dabei beträgt die Breite des mit der Netzfrequenz synchronisierten Zeitfensters 10 (50 Hz-Netze oder 12 (60 Hz-Netze) Perioden gemäß Norm EN 61000-4-7. Die Messung erfolgt lückenlos (Echtzeit), d.h. zwei Zeitfenster grenzen unmittelbar aneinander. Die darauf folgende Glättung und Gewichtung werden ebenfalls gemäß oben genannter Norm behandelt.

Der Ausgang liefert die Effektivwerte und die Phasenlage jedes berechneten Frequenzanteiles für Strom und Spannung, wobei die Gleichanteile mitberücksichtigt werden. Zusätzlich werden Leistung und Phasenwinkel jedes spektralen Anteils berechnet. Mit Bezug auf die Norm IEC EN 61000-4-7 Ed.2 werden dabei die folgenden Begriffe verwendet:

- Spektrale Anteile, die ein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz der Versorgungsspannung darstellen, werden als **Oberschwingungen** bezeichnet.
- Die spektralen Anteile eines Signals mit einer Frequenz zwischen zwei aufeinander folgenden Oberschwingungsfrequenzen werden als **Zwischenharmonische** bezeichnet. Deren Frequenz ist kein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz.

B.3 Bewertung von Oberschwingungen, Zwischenharmonischen und Gruppen

Die als Oberschwingungen bezeichneten höherfrequenten Anteile im elektrischen Netz werden von Geräten mit nicht sinusförmiger Stromaufnahme verursacht. Der vermehrte Einsatz solcher Geräte mit nicht linearer Strom- / Spannungscharakteristik, insbesondere in der Leistungselektronik, führte zu einem starken Anstieg des Anteils an Oberschwingungen im elektrischen Netz.

Hohe Oberschwingungsanteile an der Spannung im elektrischen Netz können zu Beeinträchtigungen der Funktion von Geräten und Anlagen des Kunden, wie auch des Netzbetreibers führen, wie z. B.:

- Funktionsstörungen an elektronischen Geräten
- Akustische Wahrnehmung (Störung) an elektromagnetischen Kreisen (Transformatoren, Spulen, Motoren)
- Verkürzung der Lebensdauer von Motoren und Kondensatoren infolge zusätzlicher thermischer Belastung
- Fehlfunktionen von Schutz- und Signaleinrichtungen (Rundsteuerempfänger)
- Erschweren der Erdschlusskompensation in Netzen

Mit dem vermehrten Einsatz von Frequenzumrichtern auch in Verbindung mit der dezentralen Stromspeisung im liberalisierten Strommarkt hat auch die Beobachtung der Zwischenharmonischen Spannung an Bedeutung gewonnen. Zwischenharmonische Anteile werden hauptsächlich hervorgerufen durch:

- Unsymmetrien der Netzeinspeisung, z. B. Schwankungen des Phasenwinkels des Grundschwungsanteils und / oder der Oberschwingungsanteile
- Leistungselektronik- Schaltkreise mit Schaltfrequenzen, die nicht mit der Netzfrequenz synchronisiert sind, z. B. zeitlich nicht exakt synchronisierte Zündimpulse

Wie die Oberschwingungen, können auch sie Effekte hervorrufen, die zur Beeinträchtigung der Funktion von Geräten und Anlagen führen. Insbesondere sei die mögliche Beeinträchtigung von Beleuchtungsreglern (gestörte Erkennung des Nulldurchganges) und von Rundsteueranlagen (Sperrern oder unbeabsichtigtes Ansprechen) hervorgehoben.

B.4 Verwendete Symbole im Mavowatt 50

Symbol	Beschreibung	Bemerkung
G	Effektivwert einer Oberschwingung	U für Spannung I für Strom P für Leistung φ (phi) für Phasenwinkel
C	Effektivwert einer Spektrallinie	U für Spannung I für Strom P für Leistung φ (phi) für Phasenwinkel
x	Phase L1...L4	1, 2, 3, 4
h, n	Oberschwingung der Ordnung n	n = 1...50
k	Ausgangs-Spektrallinie	1...40 (50)
hg, n	harmonische Gruppe der Ordnung n	1...40 (50)
hs, n	harmonische Untergruppe der Ordnung n	1...40 (50)
i, n	Zwischenharmonische zwischen den Oberschwingungen h_n und h_{n+1}	i = 1...9 für 50 Hz i = 1...11 für 60 Hz, n = 1...40 (50)
ig, n	Zwischenharmonische Gruppe zwischen den Oberschwingungen h_n und h_{n+1}	i = 1...9 für 50 Hz i = 1...11 für 60 Hz, n = 1...40 (50)
is, n	Zwischenharmonische Untergruppe, zwischen den Oberschwingungen h_n und h_{n+1}	i = 2...8 für 50 Hz i = 2...10 für 60 Hz, n = 1...50

Beispiele:

Zeichen	
U1h5	Phasenspannung L1, Oberschwingung 5. Ordnung
U2hg3	Phasenspannung L2, Oberschwingung 3. Ordnung mit zwischenharmonischen Anteilen
U3hs7	Phasenspannung L3, Oberschwingung 7. Ordnung mit unmittelbar angrenzenden Spektrallinien (Subgroup)
I1h5	Phasenstrom L1, Oberschwingung 5. Ordnung
I2hg3	Phasenstrom L2, Oberschwingung 3. Ordnung mit zwischenharmonischen Anteilen
I3hs7	Phasenstrom L3, Oberschwingung 7. Ordnung mit unmittelbar angrenzenden Spektrallinien
I2ig7	Phasenstrom L2, Zwischenharmonische Gruppe der Oberschwingung 7. Ordnung
I3is9	Phasenstrom L3, Zwischenharmonische Untergruppe der Oberschwingung 9. Ordnung

B.5 Berechnung von Oberschwingungen, Zwischenharmonischen und Gruppen

Berechnung von Oberschwingungen (Harmonischen) und Gruppen

Parameter	Zeichen	Beschreibung	Berechnung / Gleichung
Oberschwingungsanteil (Harmonische)	G_n	Effektivwert eines der Anteile einer nicht-sinusförmigen Schwingung mit einem ganzzahligen Vielfachen der Grundschwingung	FFT-Verfahren
Oberschwingungsgruppe	$G_{g,n}$	Berücksichtigt die betrachtete Harmonische mit ihren spektralen Nachbaranteilen	für 50 Hz: $G_{g,n}^2 = \frac{C_{k-5}^2}{2} + \sum_{i=4}^4 C_{k+i}^2 + \frac{C_{k+5}^2}{2}$ für 60 Hz: $G_{g,n}^2 = \frac{C_{k-6}^2}{2} + \sum_{i=5}^5 C_{k+i}^2 + \frac{C_{k+6}^2}{2}$
Oberschwingungs-Untergruppe	$G_{sg,n}$	Berücksichtigt die betrachtete Harmonische mit den zwei unmittelbar benachbarten spektralen Anteilen	$G_{sg,n}^2 = \sum_{i=1}^1 C_{k+i}^2$

Hinweis: Für eine Bewertung der Netzgüte gemäß EN 50160: 2000 sind die Oberschwingungsanteile G_n mit den vorgegebenen Verträglichkeitspegeln zu vergleichen. Für Bewertungsverfahren gemäß Norm IEC 61000-4-30: 2004 „Messmethoden für Netzgüte-Parameter“

muss das Bewertungsverfahren Oberschwingungs-Untergruppen verwendet werden.

In MAVOWATT 50 sind beide Verfahren möglich, für die Netzstöranalyse in der Funktion PQ wird das in EN 50160 vorgeschriebene Verfahren verwendet.

Berechnung von Zwischenharmonischen und Gruppen

Parameter	Zeichen	Beschreibung	Berechnung / Gleichung
Zwischenharmonischer Anteil	C_k	Effektivwert eines Spektralanteils eines elektrischen Signals einer nicht-sinusförmigen Schwingung mit einer Frequenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Oberschwingungsfrequenzen	FFT-Verfahren
Zwischenharmonische Gruppe	$C_{ig,n}$	Berücksichtigt alle zwischenharmonischen Anteile zwischen zwei aufeinander folgenden Oberschwingungsfrequenzen	für 50 Hz: $C_{ig,n}^2 = \sum_{i=1}^9 C_{k+i}^2$ für 60 Hz: $C_{ig,n}^2 = \sum_{i=1}^{11} C_{k+i}^2$
Zwischenharm. Untergruppe	$C_{isg,n}$	Berücksichtigt die zwischenharmonischen Anteile zwischen zwei aufeinander folgenden Oberschwingungsfrequenzen, ausgenommen die zu den Oberschwingungsfrequenzen unmittelbar benachbarten Anteile.	für 50 Hz: $C_{isg,n}^2 = \sum_{i=2}^8 C_{k+i}^2$ für 60 Hz: $C_{isg,n}^2 = \sum_{i=2}^{10} C_{k+i}^2$

Hinweis: Für eine Bewertung der Netzgüte gemäß EN 50160 erfolgt keine Auswertung. In der Norm IEC 61000-4-30 „Messmethoden für Netzgüte-Parameter“

wird das Bewertungsverfahren zwischenharmonische Untergruppe für Auswertungen vorgeschrieben.

Berechnung von Verzerrungsfaktoren

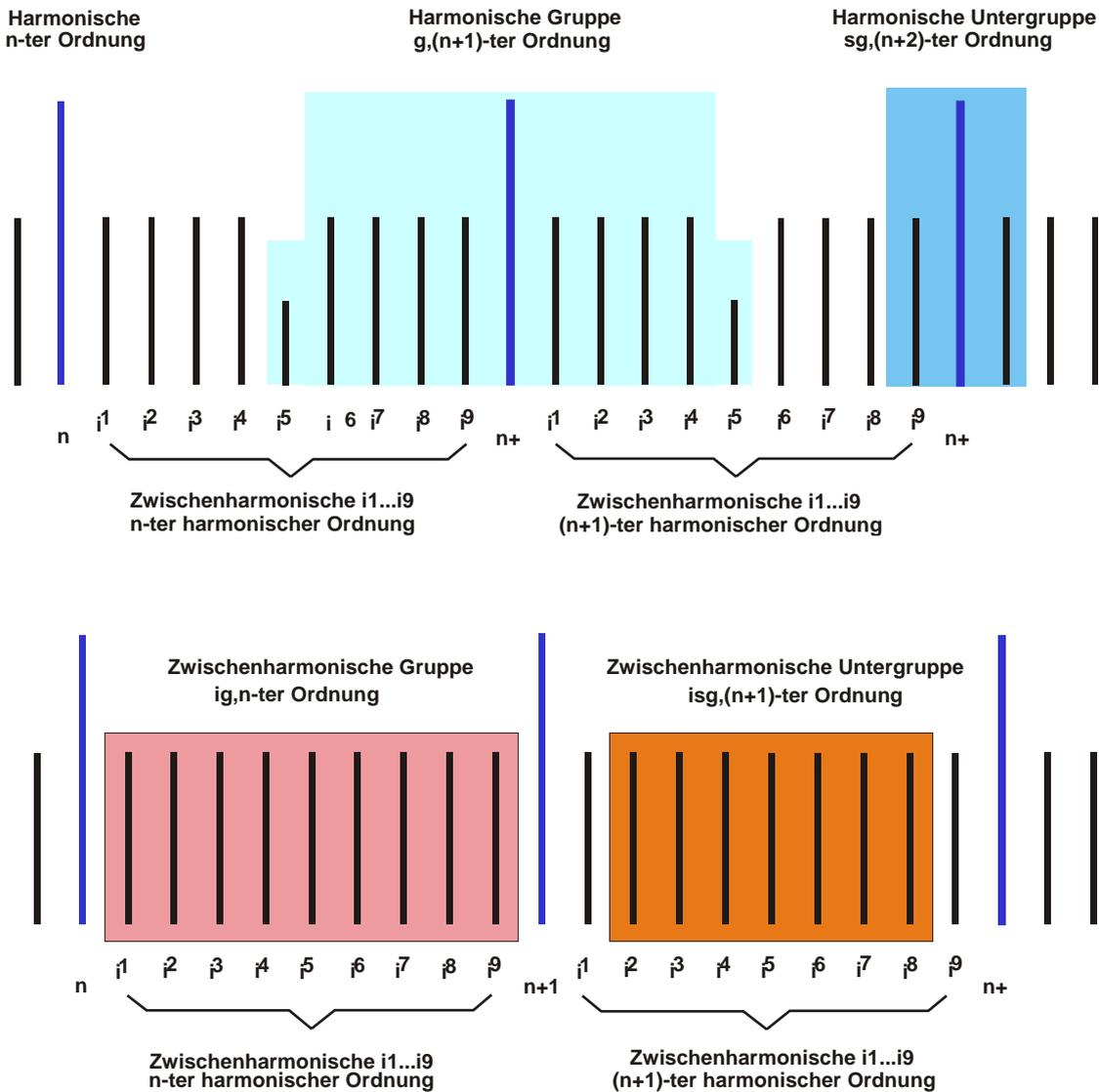
Parameter	Zeichen	Beschreibung	Berechnung / Gleichung
Oberschwingungs-Gesamtverzerrung	THD	Verhältnis des Effektivwertes der Summe aller Oberschwingungsanteile (G_n) bis zu einer bestimmten Ordnung (H) zum Effektivwert der Grundschwingung (G_1)	$THD = \sqrt{\sum_{n=2}^H \left(\frac{G_n}{G_1}\right)^2}$
Oberschwingungsgruppen-Gesamtverzerrung	THDG	Verhältnis der Summe der Oberschwingungsgruppen (g) bis zu einer bestimmten Oberschwingungsordnung (H) zum Effektivwert der Grundschwingungsgruppe (G_{g1})	$THDG = \sqrt{\sum_{n=2}^H \left(\frac{G_{gn}}{G_{g1}}\right)^2}$
Oberschwingungsuntergruppen-Gesamtverzerrung	THDS	Verhältnis der Summe der Oberschwingungsuntergruppen (sg) bis zu einer bestimmten Oberschwingungsordnung (H) zum Effektivwert der Grundschwingungs-Untergruppe (G_{sg1})	$THDS = \sqrt{\sum_{n=2}^H \left(\frac{G_{sgn}}{G_{sg1}}\right)^2}$
Gewichtete Oberschwingungs-Teilverzerrung	PWHD	Verhältnis des mit der Oberschwingungsgruppe n gewichteten Effektivwertes einer ausgewählten Gruppe von Oberschwingungen höherer Ordnung (d.h. der Oberschwingungsordnungen H_{min} bis H_{max}) zum Effektivwert der Grundschwingung (G_1)	$PWHD = \sqrt{\sum_{n=H_{min}}^{H_{max}} n \left(\frac{G_n}{G_1}\right)^2}$

Hinweis: Für eine Bewertung der Netzgüte gemäß EN 50160 ist die Oberschwingungs- Gesamtverzerrung THD erforderlich, d.h. der Effektivwert des nicht sinusförmigen Signals ohne Berücksichtigung der zwischenharmonischen Spektrallinien.

In der Norm IEC 6100-4-30 wird der Verzerrungsfaktor nicht behandelt. In Anbetracht der Aussagekraft für zwischenharmonische Anteile eines elektrischen Signals kann bei Mavowatt 50 in der Funktion FFT die Oberschwingungsuntergruppen- Gesamtverzerrung THDS berechnet werden, d.h. die Oberschwingungsgesamtverzerrung mit den beiden unmittelbar benachbarten spektralen Anteilen.

Grafische Darstellung von Oberschwingungen Zwischenharmonischen und Gruppen

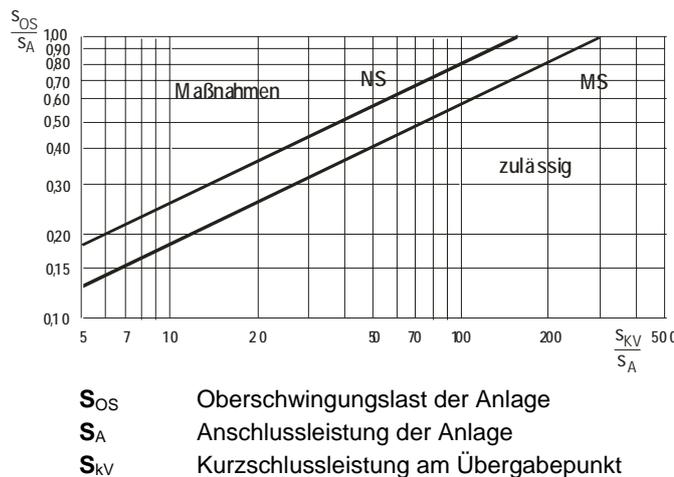
Hinweis: Für die grafischen Darstellungen wurde eine Netzfrequenz von 50 Hz gewählt. Für 60 Hz sind zwischen zwei Oberschwingungsanteilen 11 Spektrallinien zu berücksichtigen.



B.6 Beurteilung von Oberschwingungen

Wie eingangs erwähnt, stellen die Oberschwingungen ein ernstzunehmendes Problem für die Elektroenergieverteilungsnetze dar. Die Norm EN 50160 gibt für das öffentliche Stromversorgungsnetz Verträglichkeitspegel für die Oberschwingungsspannungen an, die nicht überschritten werden sollen. Sie entstehen durch überschwingungsbehaftete Ströme, die über die frequenzabhängigen Netzimpedanzen die Spannung beeinflussen. Daher ist es notwendig, die Oberschwingungsströme aus den einzelnen Anlagen der Netzbetreiber zu begrenzen. Dazu werden den einzelnen Anlagen der Netzbetreiber Störgrößen zugeteilt, sodass die Summenwirkung die festgelegten Verträglichkeitspegel nicht überschreiten. Emissionswerte werden sowohl für einzelne Oberschwingungsströme als auch für die Gesamtheit der Oberschwingungsströme festgelegt.

Zur Beurteilung von Netzrückwirkungen wurden von den Energieversorgungsunternehmen Richtlinien erarbeitet, die in der Publikation „Technische und organisatorische Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen“ (TOR) zusammengefasst sind. Dabei werden das Leistungsverhältnis und die Oberschwingungsbelastung an der Übergabestelle betrachtet (Quelle: TOR 2).



Eine für den Netzbetreiber als zulässig erachtete Bewertung kann im Zuge einer technischen Überprüfung der Anlage auch nachträglich vom Netzbetreiber unter Berücksichtigung der örtlichen Netzsituation nachgebessert werden.

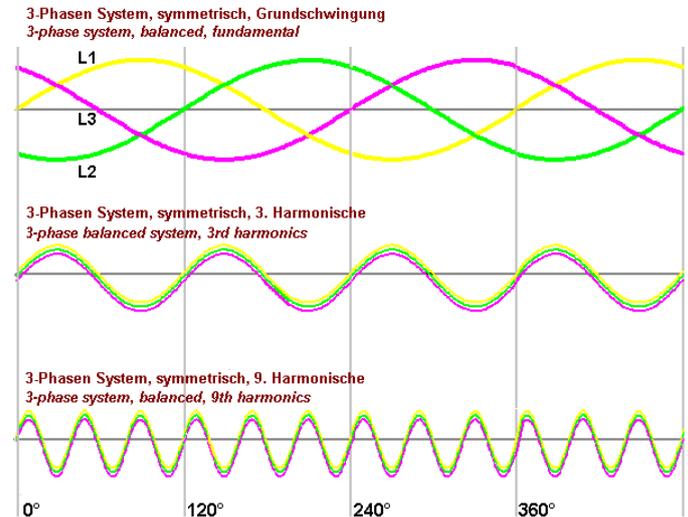
B.7 Maßnahmen zur Begrenzung von Oberschwingungen

Maßnahmen können sowohl auf der Seite des Netzbetreibers als auch im Versorgungsnetz gesetzt werden.

Im Allgemeinen führt eine Erhöhung der Kurzschlussleistung im Versorgungsnetz zu einer Reduktion der Störgrößen im Netz, da die Netzimpedanz sinkt und damit die Wirkung von Störaussendungen reduziert wird. Die Kurzschlussleistung kann aber nicht beliebig erhöht werden. Hier spielen neben dem Kostenaufwand technische Faktoren wie Kurzschlussleistung der angeschlossenen Verbraucher und Standardisierung der Betriebsmittel eine wesentliche Rolle.

In der Anlage des Netzbetreibers kann auf den Einsatz von Geräten mit geringem Gesamtüberschwingungsgehalt THDi geachtet werden. Ist dies nicht möglich, kann eine Oberschwingungskompensation installiert werden, und zwar vorzüglich unmittelbar hinter dem Anschluss der überschwingungsbehafteten Anlage.

Der Oberschwingungsbelastung im Nulleiter ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Ein erheblicher Teil der nichtlinearen Lasten führen zu Oberschwingungen der dritten Ordnung. Diese haben eine Periodendauer von 1/3 der Grundschwingung und damit eine Phasenverschiebung von 120°. Selbst bei vollkommen symmetrischer Belastung führen sie zu einer Summation im Neutralleiter. Gleiches gilt für Vielfache der Harmonischen dritter Ordnung.



Symmetrisches System mit Oberschwingungen 3. und 9. Ordnung

Die Oberschwingungsströme der Tripel-Harmonischen (das sind die Harmonischen der Ordnung 3, 9, 15, ...) können im Neutralleiter Ströme ergeben, die nicht mehr vernachlässigt werden können. Insbesondere in älteren Verteilernetzen ist der Neutralleiter schwächer dimensioniert. Dort kann die Situation als kritisch betrachtet werden.

C EN 50160-Netzstöranalyse

C.1 Allgemeines

Die Zunahme von Verbrauchern mit nichtlinearen Lasten verbunden mit der Tatsache, dass der Kunde die Versorgungsqualität mehr beeinflusst als der Erzeuger, gewinnt im Zuge der Liberalisierung der Elektrizitätsversorgung besondere Bedeutung. Plötzlich und unerwartet auftretende Abweichungen von erlaubten Betriebsbedingungen im elektrischen Verteilernetz, können zur Beeinträchtigung des Betriebes anderer Verbraucher führen. Mit dem Ziel, die Versorgungssicherheit lückenlos zu gewährleisten sowie zum Nachweis der Qualität der Elektrizitätsversorgung, ist die dauernde Beobachtung und Beurteilung von Spannungsschwankungen in der Elektrizitätsversorgung erforderlich. Eine effiziente Netzstöranalyse hilft Störungen zu vermeiden oder zumindest rascher zu beheben.

Netzmessgeräte, die dem aktuellen Standard entsprechen, sind geprägt durch die kontinuierliche und lückenlose Beobachtung des Spannungsverlaufes. In ununterbrochener Reihenfolge werden die Eingangssignale abgetastet, die Änderungen der Höhe und Kurvenform registriert und daraus die für die Netzgüte relevanten Berechnungen durchgeführt. Die dabei anfallende Datenmenge verbunden mit dem geforderten Zeitintervall erfordern entweder einen großen Datenspeicher oder besondere Konzepte zur effizienten Reduktion der Datenmenge.

Die in den einschlägigen Normen beschriebenen statistischen Auswertemethoden haben zum Ziel, die anfallende Datenmenge auf das erforderliche Minimum zu reduzieren. Unterstützt wird dieses Ziel durch Verfahren, mit deren Hilfe die Messdaten bereits im Messgerät nach verschiedenen Kriterien ausgewertet, die Merkmale berechnet und die Ergebnisse gespeichert werden. Mit einem intelligenten Speichermanagement kann die Datenmenge soweit reduziert werden, dass bei einem ausgezeichneten Preis/Leistungsverhältnis zusätzliche Netzmessgrößen aufgezeichnet werden können.

Viele Vorgaben, die in den Normen für die Netzqualität beschrieben sind, beziehen sich auf mehrjährige europaweite Feldversuche. Darin wird auf „normalen Betriebsbedingungen“ Bezug genommen, die von jedem EVU anders interpretiert werden. Daher ist nur eine allgemeine Beschreibung der Verträglichkeitspegel möglich. Dies führte in verschiedenen Normen zu Vorgaben, die dem gleichen Zweck dienen, aber nicht gleichzeitig durchführbar sind (Stand Oktober 2005).

In der Funktion PQ des MAVOWATT 50 sind jene Messfunktionen zusammengefasst, die zur Beschreibung der Qualität der Spannung gemäß EN 50160 erforderlich sind. Über die rein alphanumerische Darstellung sowie die Bewertung von Grenzwerten und Verträglichkeitspegeln hinaus ist eine analytische Betrachtung der einzelnen Merkmale möglich.

C.2 Normen zur Beurteilung der Spannungsqualität

Verträglichkeitspegel dienen als Beurteilungsgrundlage für die zulässige Störaussendung einer Anlage. Die Norm EN 50160 beschreibt die wesentlichen Merkmale der Versorgungsspannung an der Übergabestelle zum Kunden. Sie gilt für den gesamten europäischen Bereich unter normalen Betriebsbedingungen. Bei Einhaltung der Verträglichkeitspegel wird mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% davon ausgegangen, dass kein anderer Netzteilnehmer in seiner Funktion beeinträchtigt wird.

Bei der Beurteilung der Spannungsqualität sei darauf hingewiesen, dass sich die in der Norm EN 50160 enthaltenen Werte nicht auf Pegel für die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) oder auf Grenzwerte für die Ausstrahlung leitungsgeführter Störgrößen von Anlagen der Netzbenutzer in öffentlichen Netzen beziehen (Netzanschlussbeurteilung).

Die Norm IEC EN 61000-4-30 bezieht sich auf Messmethoden zur Beurteilung der Qualität der gelieferten Spannung. Für die einzelnen Merkmale werden Berechnungsverfahren beschrieben, die für eine normenkonforme Beurteilung gemäß Geräteklasse A einzuhalten sind. Gleichzeitig werden alternative Verfahren angegeben, die angewendet werden können, wenn diese zu den gleichen Ergebnissen führen. Für diese als Geräteklasse B einzustufenden Geräte sind die Messverfahren vom Hersteller zu beschreiben.

☛ In diesem Zusammenhang sei vermerkt, dass bei konsequenter Einhaltung der Anforderungen nach IEC EN 61000-4-30 die normgemäße Bewertung gemäß EN 50160 nicht möglich ist (Stand April 2005). Da die europäische Norm EN 50160 bevorzugt zu behandeln ist, werden die dort zum Ziel führenden Verfahren angewandt und der MAVOWATT 50 bewusst als Klasse B-Gerät mit weitgehender Anwendung von Messverfahren gemäß Klasse A eingestuft.

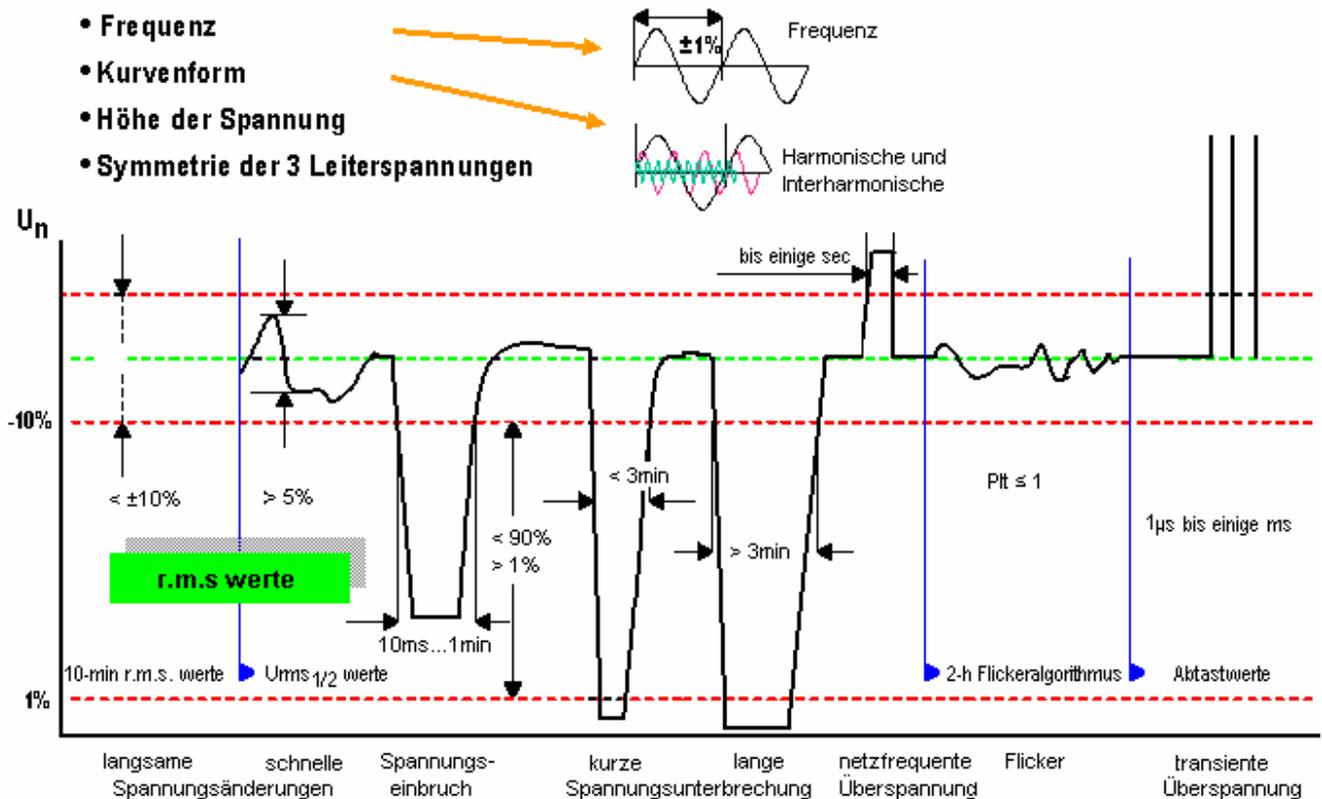
Sofern Messverfahren, Verträglichkeitspegel und Grenzwerte nicht in den obgenannten Normen explizit angeführt sind, werden die in der Normenreihe für die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) angeführten relevanten Werte verwendet. Dies gilt insbesondere für die in IEC 61000-2-2 angeführten Grenzwerte sowie die Messverfahren für Oberschwingungen (IEC EN 61000-4-7 Ed.2) und der Flickerstärke (IEC EN 61000-4-15).

Neben den in den Normen angeführten Grenzwerten und Verträglichkeitspegeln sind auch die Messergebnisse aus neueren europaweit durchgeführten Messungen relevant. Sie sind in den technischen und organisatorischen Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen (TOR) zusammengefasst und werden im MAVOWATT 50 weitestgehend berücksichtigt.

C.3 Merkmale der Spannung gemäß EN 50160 und die Umsetzung im MAVOWATT 50

Die in den vorhergehenden Absätzen beschriebene aktuelle Situation bei den Normen verlangt nach einer Klarstellung, wie die Netzqualität interpretiert und bewertet wird. Es sei hier darauf hingewiesen, dass die im MAVOWATT 50 realisierten Methoden der Bewertung darauf basieren, dass die überwiegende Mehrzahl der verschiedenen Anforderungen erfüllt werden können.

Gleichzeitig wurde darauf Rücksicht genommen, die Zahl der einzustellenden Parameter auf ein Minimum zu beschränken, sodass auch der nicht spezialisierte Anwender rasch und ohne Irrtum bei der Einstellung von Grenzwerten bzw. Verträglichkeitspegeln zu den gewünschten Messergebnissen gelangt.



C.3.1 Mittelwertbildung über Zeitintervalle

- Der Grundmesswert (Spannungseinbruch, zeitweilige netzfrequente Überspannung) wird gemäß EN 50160 über ein Zeitintervall von $\frac{1}{2}$ Periode gebildet, dies entspricht 10 ms bei 50 Hz.
- Das Messzeitintervall zur Bildung des Effektivwertes (Netzspannung, Harmonische, Zwischenharmonische und Asymmetrie) beträgt 200 ms. Dies entspricht 10 Perioden bei 50 Hz bzw. 12 Perioden bei 60 Hz.
- Aus dem Effektivwert wird der Mittelwert über zwei verschiedene Zeitintervalle gebildet:
 - 10-min Intervall
 - 2-h Intervall
- ☞ Das in der Norm IEC 61000-4-30 angeführte 3s Intervall wird nur für Signalspannungen verwendet.

☞ Für Signalspannungen kommt das Näherungsverfahren gemäß IEC 61000-4-30 zur Anwendung, bei dem die jeweils zwei links und rechts der Signalfrequenz liegenden zwischenharmonischen Anteile über ein 200 ms Intervall betrachtet werden.

C 3.2 Netzfrequenz

Zur Ermittlung der Netzfrequenz wird die Anzahl der Perioden über einen Zeitraum von 200 ms ermittelt. Als Referenzkanal gilt der Spannungspfad von L1, bei Ausfall wird die Frequenz über L2, und danach über L3 ermittelt. Ist kein auswertbares Signal vorhanden wird die eingestellte Nennfrequenz verwendet.

Für die Bewertung nach EN 50160 wird der Mittelwert über 10 s gebildet und mit den Grenzwerten verglichen.

C 3.3 Langsame Spannungsänderung

Sie ist definiert als Erhöhung oder Abnahme des Spannungseffektivwertes, üblicherweise aufgrund von Änderungen der Gesamtlast in einem Verteilernetz oder einem Teil davon.

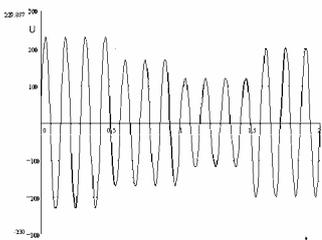
Über das 200ms-Messintervall wird der 10-Minuten-Mittelwert gebildet und mit den Verträglichkeitspegeln verglichen. Die Beobachtungszeit für den Spannungsänderungsverlauf beträgt gemäß EN 50160 ein Wochenintervall.

Für eine positive Beurteilung gilt, dass 95% der Werte eines Wochenintervalls innerhalb der festgelegten Grenzen liegen müssen. Da die Grenzwerte von Netzbetreiber zu Netzbetreiber variieren, sind sie einstellbar.

Darüber hinaus werden innerhalb jedes Tageszeitraumes die höchsten und tiefsten 10-Minuten-Mittelwerte in den drei Phasen registriert. Der höchste Wert aller drei Phasen gilt als Tageshöchstwert.

C 3.4 Schnelle Spannungsänderung

Schnelle Spannungsänderungen sind „Änderungen des Effektivwertes einer Spannung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Spannungsniveaus mit jeweils bestimmter, aber nicht festgelegter Dauer“ (EN 50160). In TOR 2*) wird die nicht festgelegte Dauer mit 10ms angegeben, die



Norm IEC 61000-4-30 gibt für den Effektivwert ein Messzeitintervall über 10/12 Perioden (50/60Hz) an. Im Mavowatt 50 sind die Parameter wie folgt definiert:

Bei Nennspannung $U_{nom} = 230\text{ V}$ beträgt die minimale Änderungsrate 460V/sec, die minimale Dauer des eingeschwungenen Zustandes 1 Periode (20msec). Überschreitet die Differenz zweier eingeschwungener Zustände die vorgegebene Toleranzgrenze (5%) erfolgt eine quantitative Erfassung (Zählung). Die Messwerte werden kontinuierlich erfasst und die Differenz zweier jeweils aufeinander Amplituden festgestellt. Eine weitergehende Beurteilung ist nicht vorgesehen.

☞ Eine schnelle Spannungsänderung, die zu einem Wert unter 90% der Nennspannung führt, wird als Spannungseinbruch klassifiziert.

☞ Eine Bewertung von schnellen Spannungsänderungen ist nicht vorgesehen, da sich diese innerhalb des erlaubten Toleranzbandes für Spannungsschwankungen bewegt.

*) TOR = Technische und organisatorische Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen, herausgegeben von E-CONTROL (ehemals UNIPEDE)

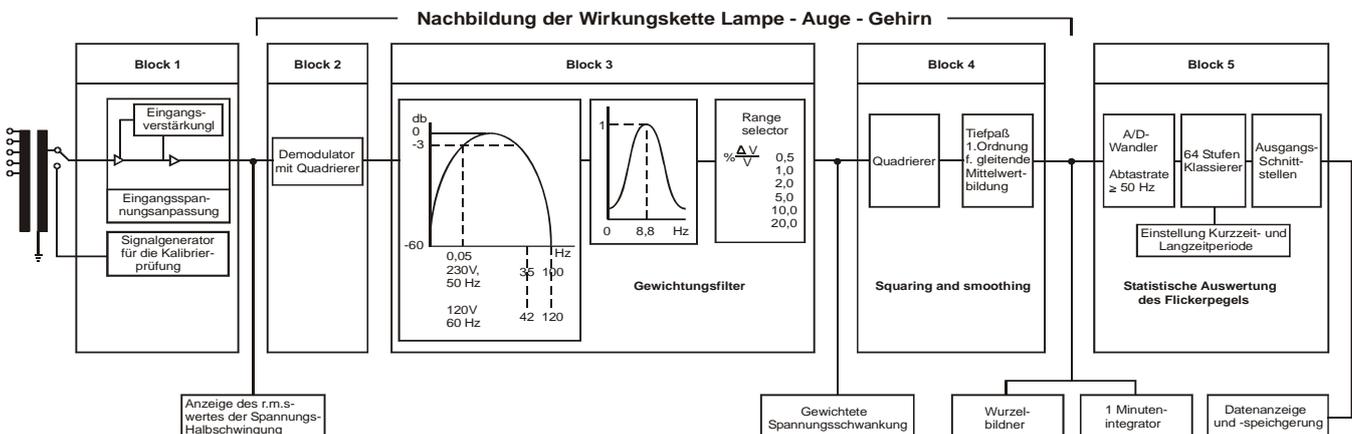
C 3.5 Flicker

Spannungsschwankungen verursachen Änderungen der Leuchtdichte in Glühlampen und Leuchtstoffröhren. Sie bewirken Helligkeitsschwankungen, die bei genügend hoher Spannungsänderung und entsprechender Wiederholrate vom Menschen als Störung des Sehempfindens wahrgenommen werden.

Die Ursache dieser als Flicker bezeichneten Störaussendung sind immer mehrere Spannungsschwankungen über bestimmte (kurze) Zeiträume. Diese führen jedoch nicht zwangsläufig zur Bewertung als Flicker. Zur deren Erfassung muss bei Änderung der physikalischen Größe Spannung die gesamte Wirkungskette **Lampe – Auge – Gehirn** des Menschen berücksichtigt werden. Aufgabe der Flickermessung ist es, den Prozess der visuellen Wahrnehmung von Spannungsschwankungen zu simulieren und eine zuverlässige Aussage über die Reaktion eines Beobachters zu geben.

Das Messverfahren für Flicker ist in der Norm IEC 61000-4-15 beschrieben, die Grenzwerte sind in IEC 61000-2-2 festgelegt. Im Mavowatt 50 wird das Messverfahren über geeignete Algorithmen nachgebildet. Der daraus resultierende Flickerpegel gilt als Maß für das durch die Helligkeitsschwankungen hervorgerufene menschliche Störimpfinden.

Die Norm EN 50160 sieht für die Bewertung der Flickerstärke nur den Langzeitflicker P_{lt} vor. In industriellen Anwendungen ist jedoch auch der Kurzzeitflicker relevant. Im Mavowatt 50 stehen der Momentanwert P_{mt} (1-Minuten-Flicker), der Kurzzeitflicker P_{lt} und der Langzeitflicker P_{st} zur Verfügung.



Beschreibung

In Block 1 wird die Eingangsspannung derart konditioniert, dass eine von der Höhe der tatsächlichen Netzspannung unabhängige Flickermessung vorgenommen werden kann. Die danach abgetastete Messspannung wird über ein Digitalfilter zur Nachbildung der Wirkungskette Lampe-Auge-Gehirn (Block 2 bis 4) geleitet. Die daraus entstehenden Flickerpegel werden in einer Summenhäufigkeitstabelle stehen als gewichtete Spannungsschwankung, die der momentanen Flickerempfindung entspricht, zur Verfügung.

Die Kurzzeit-Flickerstärke P_{st} wird aus der Summenhäufigkeitskurve der Verweildauer, die im Pegel-Klassierer (Block 5) gebildet wird, hergeleitet. Dabei wird folgende Formel benutzt:

$$P_{st} = \sqrt{0,0314 \times P_{0,1} + 0,0525 \times P_{1s} + 0,0657 \times P_{3s} + 0,28 \times P_{10s} + 0,08 \times P_{50s}}$$

Die Quantile P_{0,1}, P₁, P₃, P₁₀ und P₅₀ sind die Flickerpegel, die während 0,1%, 1%, 3%, 10% und 50% der Beobachtungszeit überschritten wurden. Für die in obiger Formel mit dem Suffix s gekennzeichneten Quantile werden die geglätteten Werte nach nebenstehenden Formeln eingesetzt:

$$P_{1s} = \frac{P_{0,7} + P_1 + P_{1,5}}{3}$$

$$P_{3s} = \frac{P_{2,2} + P_3 + P_4}{3}$$

$$P_{10s} = \frac{P_6 + P_8 + P_{10} + P_{13} + P_{17}}{3}$$

$$P_{50s} = \frac{P_{30} + P_{50} + P_{80}}{3}$$

Die für eine Beobachtungszeit von 10 min ermittelte Kurzzeit-Flickerstärke ist für die Beurteilung der Störung von einzelnen Verursachern mit kurzen Betriebszyklen geeignet. Zur Beurteilung der gemeinsamen Störwirkung von mehreren störenden Lasten mit zufälligem Lastverlauf

oder zur Beurteilung der Störwirkung von Flickererzeugern mit langen und veränderlichen Betriebszyklen wird die Langzeit-Flickerstärke Plt nach folgender Formel bestimmt (die DIN EN 50160 gibt hierfür eine Beobachtungsdauer von 2 Stunden an)

$$P_{st} = \sqrt[3]{\frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N P_{st}^3}$$

Messgrößen und Auswertungen

Für die Berechnung des Flickerpegels werden weitere für die Beurteilung von Spannungsschwankungen relevante Messgrößen ermittelt. Die Funktion FSA stellt gleichzeitig für alle drei Phasen die folgenden Messgrößen zur Verfügung:

Kurzzeit-Flickerstärke Pst:

die für ein Kurzzeit-Intervall (wahlweise 1 oder 10 Minuten) ermittelte Flickerstärke

Maßeinheit: keine

Langzeit-Flickerstärke Plt::

die in einem Langzeit-Intervall ermittelte Flickerstärke.

Sie wird aus 12 aufeinanderfolgenden Pst-Werten ermittelt.

Maßeinheit: keine

Größe relative Spannungsänderung dmax:

Differenz zwischen höchstem und tiefstem Wert innerhalb eines Spannungsänderungsverlaufes¹⁾.

Maßeinheit: %

Relative konstante Spannungsabweichung dc

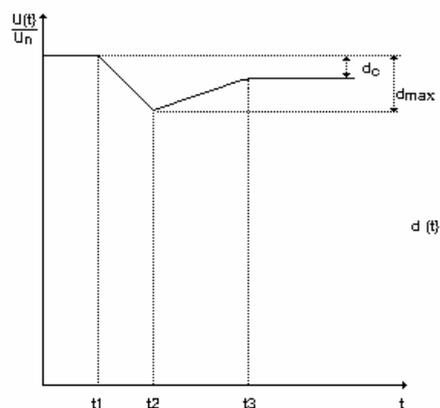
Differenz zwischen zwei konstanten²⁾ Spannungen, zwischen denen mindestens ein Spannungsänderungsverlauf liegt.

Maßeinheit: %

Maximale Abweichungsdauer dt>3%

die größte im Kurzzeit-Intervall aufgetretene Abweichungsdauer innerhalb eines Spannungsänderungsverlaufes während der die Spannungsabweichung über 3% lag.

Maßeinheit: s (Sekunden)



1) Relativer Spannungsänderungsverlauf d(t)
Zeitlicher Verlauf der Änderung des Spannungseffektivwertes zwischen zwei konstanten Spannungen

2) Als „konstant“ wird eine Spannung bezeichnet, deren Effektivwert sich über mindestens 1 Sekunde nicht ändert.

Verträglichkeitspegel

Die angegebenen Verträglichkeitspegel für Spannungsschwankungen sind der Norm DIN EN 61000-3-3 entnommen. Für die relevanten Messgrößen sind die mit der Funktion FSA erfassbaren Grenzen in Klammern angegeben. Größere Spannungsschwankungen werden als Spannungseinbrüche bzw. Überspannungen bewertet. Sie unterliegen anderen Auswertekriterien.

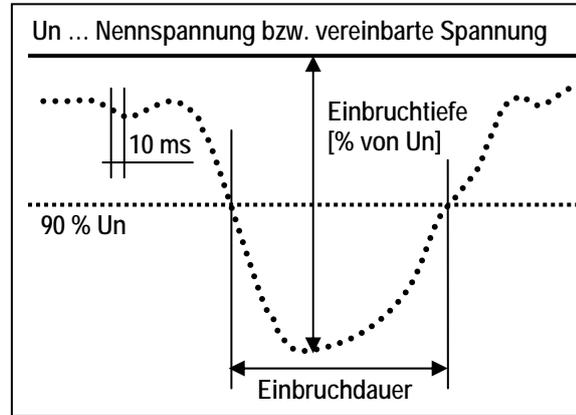
- Der Pst-Wert darf nicht größer als 1 sein, ermittelt mit einer Fehlergrenze $\pm 5\%$. (Messungen bis $P_{st} = 3$ sind möglich).
- Der Plt-Wert darf nicht größer als 0,65 sein.
- Die größte relative Spannungsänderung d_{max} darf 4% nicht überschreiten (Amplitudenbereich der Spannungsänderung max. 5%).
 - Die relative konstante Spannungsabweichung d_c darf 3% nicht überschreiten.
 - Der relative Spannungsänderungsverlauf $d(t)$ während einer Spannungsänderung darf 3% für mehr als 200ms nicht überschreiten.

Für eine normgerechte Auswertung nach EN 50160 darf unter normalen Betriebsbedingungen die Langzeit-Flickerstärke den Wert $P_{lt} = 1$ während 95% eines beliebigen Wochenintervalls nicht überschreiten.

Für nicht öffentliche und industrielle Netze ist darüber hinaus die Aufzeichnung der höchsten Flickerstärke aller P_{st} -Werte, die den Wert $P_{st} = 1$ über 95% des Tagesintervalls nicht überschreiten, erforderlich. Die Auswertung erfolgt für alle drei Phasen. Der höchste Wert aller drei Phasen gilt als Tageshöchstwert.

C 3.6 Spannungseinbrüche (dips)

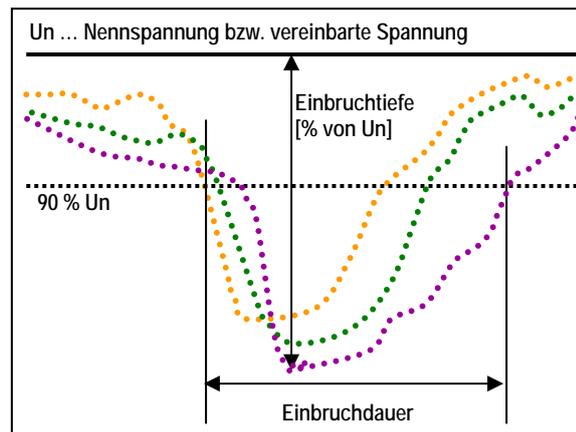
Spannungseinbrüche sind gekennzeichnet durch ein plötzliches Absinken der Versorgungsspannung auf einen Wert zwischen 90% und 1% der Nennspannung U_n (bzw. der vereinbarten Spannung U_c in Mittelspannungsnetzen), dem nach kurzer Zeit eine Spannungswiederkehr folgt. Die Dauer eines Spannungseinbruches liegt zwischen 10 ms und 1 Minute (EN 50160).



Einphasiger Einbruch

Diverse nationale Normen mit internationaler Bedeutung (z.B. NRS 048) unterscheiden zwischen einphasigen und mehrphasigen Einbrüchen. Diese Bewertung wird auch im Mavowatt 50 angewandt:

Ein Spannungseinbruch beginnt, wenn der 10 ms Wert einer beliebigen Phase unter 90% U_n sinkt und endet, wenn der 10 ms Wert aller Phasen gleich 90% U_n ist oder darüber liegt. Demgemäß erfolgt die Messung der 10 ms Werte kontinuierlich und lückenlos. Neben der Einbruchtiefe wird die Einbruchdauer definiert.



Dreiphasiger Einbruch

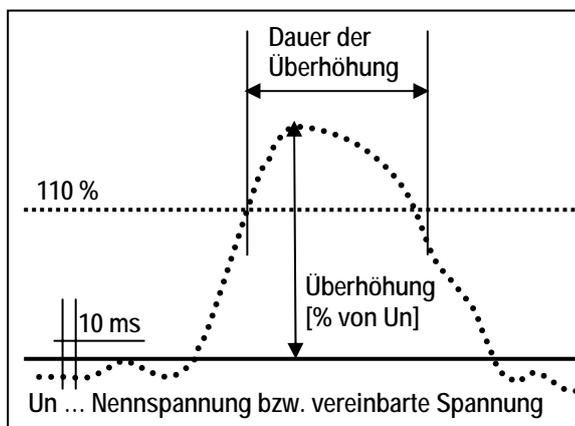
Als Auswerteparameter (Grenzwert der Verträglichkeit) ist in der Norm EN 50160 die Anzahl der Spannungseinbrüche während eines Jahres angegeben. Dies gilt als Anhaltswert. Darüber hinaus wird in einer von EURELECTRIC - Union of Electricity Industry veröffentlichten Studie zwischen 90% und 99% Einbruchtiefe eine Klassifizierung vorgeschlagen, die im MAVOWATT 50 gegebenenfalls berücksichtigt werden kann.

Ein Spannungseinbruch, der unter 99% U_n sinkt wird als Spannungsunterbrechung klassifiziert.

Hinweis: Die Norm IEC EN 61000-4-30 definiert als kürzeste Zeitdauer für einen Spannungseinbruch das $u_{rms(1/2)}$ Intervall. Es beschreibt ein Periodenintervall, das aus zwei aufeinander folgende Halperioden besteht. Jede halbe Periode wird die erste Halperiode durch die nächstfolgende ersetzt (Gleitperiode). Dieses Messverfahren weicht grundsätzlich von dem in EN 50160 geforderten Messintervall (10 ms) ab und kommt daher in MAVOWATT 50 nicht zur Anwendung.

C 3.7 Kurzzeitige netzfrequente Überspannung (swell)

Gemäß IEC 61000-4-30 sind kurzzeitige netzfrequente Überspannungen gekennzeichnet durch eine Erhöhung der Versorgungsspannung auf einen Wert über 110% der Nennspannung U_n (bzw. der vereinbarten Spannung U_c in Mittelspannungsnetzen), dem nach kurzer Zeit eine Spannungswiederkehr folgt.



Für die Messung und Bewertung werden im Mavowatt 50 die gleichen Methoden wie für den Spannungseinbruch angewandt:

Eine kurzzeitige Überspannung beginnt, wenn der 10 ms Wert einer beliebigen Phase über 110% U_n steigt und endet, wenn der 10 ms Wert aller Phasen gleich 110% U_n ist oder darunter liegt. Die weitere Behandlung und Auswertung erfolgt gemäß jener des Spannungseinbruchs.

Hinweis:

Kurzzeitige Überspannungen und Transienten unterscheiden sich dadurch, dass kurzzeitige Überspannungen im Takt der Netzfrequenz auftreten, während Transienten im Allgemeinen durch die Anstiegszeit gekennzeichnet sind. Das kürzere Zeitintervall des transienten Signals erfordert schon bei der Erfassung ein anderes Verfahren (z. B. du/dt-Trigger).

Hinweis:

Gemäß EN 50160 können netzfrequente Überspannung aufgrund der Verschiebung des Sternpunktes im Drehstromsystem den Wert der Außenleiterspannung erreichen. Eine in der UNIPEDE Publikation angegebene Klassifizierung wurde in neueren Dokumenten nicht mehr verfolgt.

C 3.8 Transiente Überspannungen

Transiente Überspannungen sind kurzzeitige, in der Regel stark gedämpfte Überspannungen, die eine Dauer von einigen Millisekunden oder weniger aufweisen. Sie werden im Allgemeinen durch Blitzeinwirkung, Ein- und Ausschaltvorgänge und Auslösen von Sicherungen verursacht. Die Anstiegszeit transienter Überspannungen variiert in einem weiten Bereich von weniger als einer Mikrosekunde bis zu einigen Millisekunden, die Höhe übersteigt üblicherweise 6 kV nicht.

Hinweis:

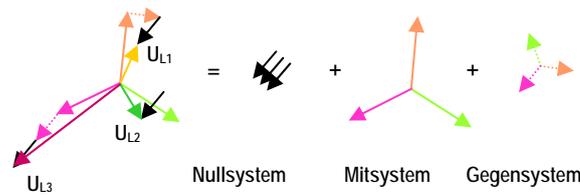
Mit dem MAVOWATT 50 ist in der Grundausführung eine Messung von transienten Überspannungen bis $1300V_{spitze}$ möglich. Gemäß Technischem Report TR 60 266 ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Transienten über dem Doppelten der Netzspannung eins pro Jahr. Eine Messung, die gemäß EN 50160 über die Zeitdauer von einer Woche durchzuführen ist, liefert daher keine Aussage über die Spannungsqualität.

Wesentlich für die Erfassung von Netzzrückwirkungen im kurzzeitigen Bereich unter 10 ms sind die für den Betrieb netzgeführter Stromrichter charakteristischen periodischen kurzzeitigen Einbrüche. Sie werden unter dem Begriff Kommutierungseinbrüche zusammengefasst. Da sie weder in der Norm EN 50160 noch in IEC 61000-4-30 beschrieben sind, werden sie vom MAVOWATT 50 in der Grundausführung nicht erfasst (dafür ist ein du/dt-Trigger erforderlich).

C.3.9 Spannungsasymmetrie

Spannungsasymmetrie tritt in einem mehrphasigen System auf, wenn die Effektivwerte der Außenleiter-Neutrallleiterspannungen oder die Winkel zwischen zwei aufeinander folgenden Phasen (oder beides) nicht gleich sind.

Zur Erfassung gemäß IEC 61000-4-30 wird das Verfahren der symmetrischen Komponenten angewandt. Zum Mitsystem (Rechtssystem) existiert bei Asymmetrie ein Gegensystem (Linkssystem). Das Verhältnis zwischen beiden ausgedrückt in Prozent gibt die Asymmetrie an.



Zur Berechnung wird die Grundschwingung des 200 ms-Effektivwertes jeder Phase kontinuierlich und lückenlos gemessen. Daraus wird die Asymmetrie nach folgender Formel ermittelt (IEC 61000-4-30):

$$U_B = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}}$$

$$\text{für } \beta = \frac{U_{12h[1]}^4 + U_{23h[1]}^4 + U_{31h[1]}^4}{(U_{12h[1]}^2 + U_{23h[1]}^2 + U_{31h[1]}^2)^2}$$

$U_{12h[1]}$, $U_{23h[1]}$ und $U_{31h[1]}$

Grundschwingung der Phase-Phase-Spannungen

Die Messung erfolgt lückenlos, d.h. für jedes 200ms Intervall werden Proben genommen. Daraus werden die Mittelwerte über 10 Minuten gebildet.

Die Auswertung erfolgt gemäß EN 50160, wonach 95% der 10-Minuten-Mittelwerte eines Wochenintervalls unter normalen Betriebsbedingungen 2% der entsprechenden Mitsystemkomponente nicht überschreiten dürfen. Der Grenzwert ist einstellbar.

Für nicht öffentliche und industrielle Netze wird darüber hinaus der Tageshöchstwert registriert, das ist der höchste aller 10-Minuten-Mittelwerte, der über 95% eines Tagesintervalls den Grenzwert nicht überschreitet.

C.3.10 Oberschwingungsspannung

Die große Verbreitung von elektronischen Geräten mit nichtlinearer Strom / Spannungskennlinie führt zu ober-schwingungsbehafteten Strömen, die über die Netzimpedanz die Kurvenform der Spannung beeinflussen. Diese Art der Netzurückwirkung stellt ein ernstzunehmendes Problem für Netzbetreiber dar. Aufgrund der Vorschriftenlage sind sie für die Einhaltung von Grenzwerten an den Verknüpfungspunkten des Netzes verantwortlich.

Gemäß der Norm IEC EN 61000-4-7 Ed. 2 werden für jede Phase und für jeden einzelnen Effektivwert der Oberschwingungsspannung Proben über einen Zeitraum von 200 ms genommen. Daraus werden die Mittelwerte über 10 Minuten gebildet und über einen Zeitraum von mindestens 1 Woche aufgezeichnet. Weiters wird die Zeitsumme aller 10-Minuten-Intervalle, in denen Überschreitungen festgestellt wurden, gespeichert.

Die Auswertung erfolgt gemäß EN 50160, wonach unter normalen Betriebsbedingungen 95% der 10-Minuten-Mittelwerte jeder einzelnen Oberschwingung innerhalb eines beliebigen Wochenintervalls den in der Tabelle angegebenen Wert nicht überschreiten darf.

Aufgrund der differierenden Angaben in den einzelnen einschlägigen Normen wird auf Abweichungen von der EN 50160 keine Rücksicht genommen. Schon aus Gründen der erheblichen Reduktion von Einstellparametern sind die Grenzwerte fix.

Ungerade Harmonische				Gerade Harmonische	
Nichtvielfache von 3		Vielfache von 3			
Ord-nung h	u_h in %	Ord-nung h	u_h in %	Ordnung h	u_h in %
5	6,0	3	5,0	2	2,0
7	5,0	9	1,5	4	1,0
11	3,5	15	0,5	6	
13	3,0	21	0,5	8	
17 - 49	A	27 - 45	0,2	10 - 50	B

$$A = 2,27 \times (17/h) - 0,27 \quad B = 0,25 \times (10/h) + 0,25$$

Darüber hinaus wird der Oberschwingungsgehalt THD nach der in EN 50160 angegebenen Formel

$$THDu = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} (u_h)^2}$$

berechnet. Für eine normgerechte Auswertung nach EN 50160 darf der Oberschwingungsgehalt einen Wert von 8% nicht übersteigen.

Für nicht öffentliche und industrielle Netze wird darüber hinaus der Tageshöchstwert registriert, das ist der höchste aller 10-Minuten-Mittelwerte.

Hinweis: Die Norm IEC 61000-4-30 gibt anstelle der harmonischen Spannung den Auswerteparameter Harmonische Untergruppe $C_{sg,n}$ an. Für den Oberschwingungsgehalt werden keine Angaben gemacht.

Siehe dazu auch Anhang B Spektralanalyse

C.3.11 Spannung von Zwischenharmonischen

Für die Zwischenharmonischen gelten die gleichen Bildungsvorschriften wie für die harmonischen Spannungen. Über das FFT-Verfahren (Fast Fourier-Transformation) werden die Spektrallinien (sie inkludieren auch die Harmonischen Anteile) im Frequenzabstand von 5 Hz berechnet, daraus der 200 ms-Effektivwert und der 10-Minuten-Mittelwert gebildet. Der Beobachtungszeitraum ist eine Woche.

Für die Norm EN 50160 erfolgt in Ermangelung von gesicherten Erfahrungswerten keine weitere Festlegung.

Die Norm EN 61000-4-30 weist auf die in der Norm IEC 61000-4-7 Ed.2 beschriebene zentrierte interharmonische Untergruppe $C_{isg,n}$ hin. Der Hinweis auf Grenzwerte für Zwischenharmonische in IEC 61000-2-2 führt zum informativen Anhang B dieser Norm. Aufgrund dieser Situation erfolgt in der Funktion PQ zwar eine Aufzeichnung der zentrierten interharmonischen Untergruppe $C_{isg,n}$, eine automatische Erkennung von Grenzwertverletzungen wurde jedoch nicht vorgesehen.

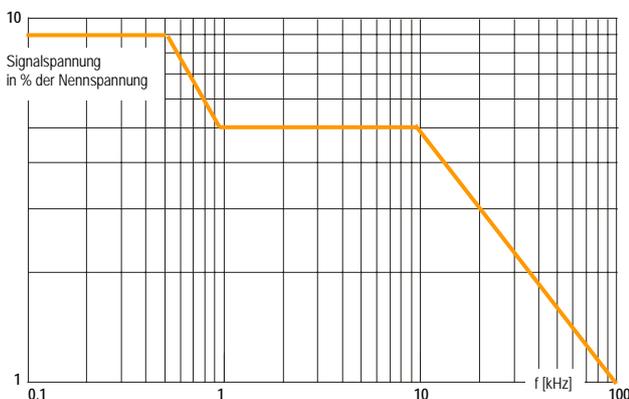
Siehe dazu auch Anhang B Spektralanalyse

C.3.12 Signalspannungen

Zur Vermeidung von Störungen in Kommunikationssystemen, die mit Energieversorgungsnetzen verbunden sind, liegen die verwendeten Frequenzen im Allgemeinen zwischen zwei Oberschwingungsfrequenzen, d.h. bei zwischenharmonischen Frequenzen.

Für Signalfrequenzen, die zwischen zwei Zwischenharmonischen liegen ist in der Norm IEC 61000-4-30 ein Näherungsverfahren angegeben, nach dem die Signalspannungen zwischen zwei unmittelbar benachbarten Zwischenharmonischen beobachtet werden. Deren Wert ist ein Maß für das Auftreten einer Signalspannung. Ist die Trägerfrequenz der Signalspannung bekannt, kann zwischen Signalspannung und Störung unterschieden werden.

Aus 10/12-Perioden Mittelwerten (50 / 60Hz, nach IEC 61000-4-30) werden gemäß EN 50160 die 3-Sekunden-Mittelwerte gebildet. Davon dürfen 99% der Werte eines Tages die im Bild dargestellten Werte nicht überschreiten (Quelle: EN50160).



Hinweis.:

Aufgrund des wachsenden Elektrosmog wird die Empfangsqualität der bisher eingesetzten Steuerungssysteme (z.B. DCF 77) immer öfter gestört. Energieversorger setzen daher seit kurzer Zeit (Wienenergie seit 2002) ein neues, auf Satellitennavigation basierendes Uhrensteuerungssystem ein. Die Bedeutung der Erfassungen von Signalspannungen ist erheblich gesunken. Daher wird das in der Norm EN 61000-4-30 aufgezeigte Näherungsverfahren im **Mavowatt 50** durch die Messung von zwischenharmonischen Gruppen ersetzt.

Verwendete Symbole im Mavowatt 50

Symbol	Beschreibung	Bemerkung
G	Effektivwert einer Oberschwingung	U für Spannung I für Strom P für Leistung ϕ (phi) für Phasenwinkel
C	Effektivwert einer Spektrallinie	U für Spannung I für Strom P für Leistung ϕ (phi) für Phasenwinkel
x	Phase L1...L4	1, 2, 3, 4
h	Oberschwingung	1...40 (50)
n	Ordnung der Oberschwingung	1...40 (50)
k	Ausgangs-Spektrallinie	1...40 (50)
hg	harmonische Gruppe	1...40 (50)
hs	harmonische Untergruppe	1...40 (50)
i, n	Zwischenharmonische zwischen den Oberschwingungen h_n und h_{n+1}	$i = 1...9$ für 50 Hz $i = 1...11$ für 60 Hz, $n = 1...40$ (50)
ig,n	Zwischenharmonische Gruppe zwischen den Oberschwingungen h_n und h_{n+1}	$i = 1...9$ für 50 Hz $i = 1...11$ für 60 Hz, $n = 1...40$ (50)
is,n	Zwischenharmonische Untergruppe, zwischen den Oberschwingungen h_n und h_{n+1}	$i = 2...8$ für 50 Hz $i = 2...10$ für 60 Hz, $n = 1...40$ (50)

Beispiele:

Zeichen	Beschreibung
U1h5	Phasenspannung L1, 5. Oberschwingung
U2hg3	Phasenspannung L2, 3. Oberschwingung mit zwischenharmonischen Anteilen
U3hs7	Phasenspannung L3, 7. Oberschwingung mit unmittelbar angrenzenden Spektrallinien
I1h5	Phasenstrom L1, 3. Oberschwingung
I2hg3	Phasenstrom L2, 3. Oberschwingung mit zwischenharmonischen Anteilen
I3hs7	Phasenstrom L3, 7. Oberschwingung mit unmittelbar angrenzenden Spektrallinien
I2ig7	Phasenstrom L2, Zwischenharmonische Gruppe der 7. Oberschwingung
I3is9	Phasenstrom L3, Zwischenharmonische Untergruppe der 9. Oberschwingung

C.4 Merkmaltabelle nach EN 50160, Stand Januar 2006

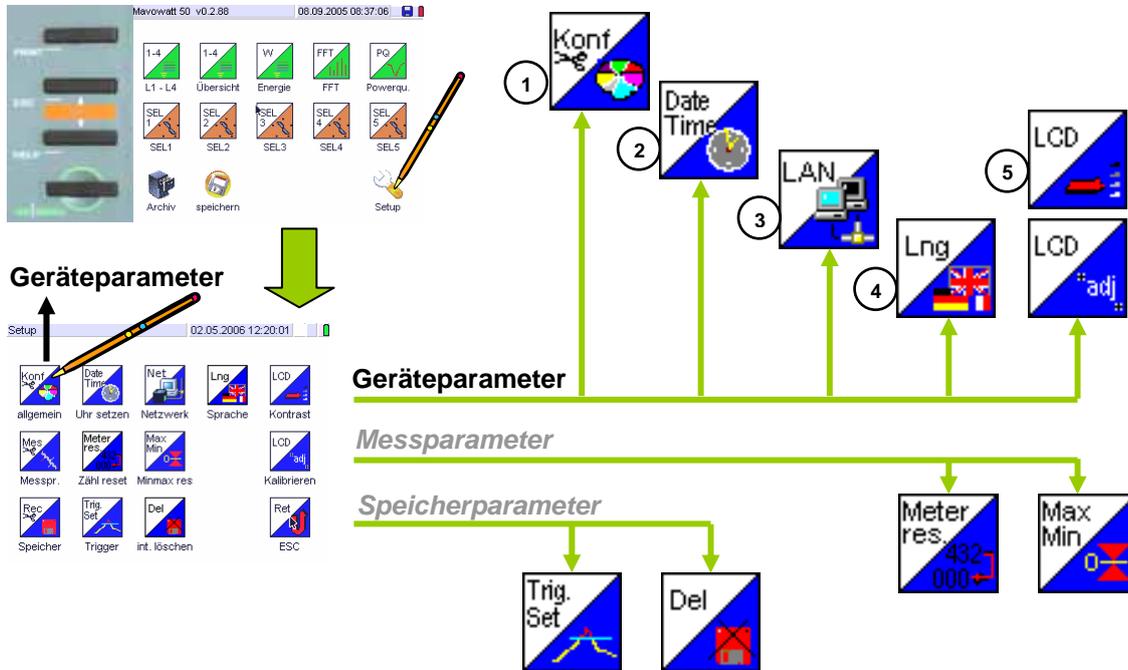
Merkmale der Versorgungsspannung	Grenzwerte bzw. Wertebereiche		Mess- und Auswerteparameter			
	Niederspannung	Mittelspannung	Basisgröße	Integrationsintervall	Beobachtungsperiode	Prozentsatz
Frequenz (bei Verbindung zu einem Verbundnetz)	49,5 Hz bis 50,5 Hz 47 Hz bis 52 Hz		Mittelwert	10 s	1 Woche	95% 100%
Langsame Spannungsänderungen	230 V ± 10 %	$U_c \pm 10 \%$	Effektivwert	10 min	1 Woche	95%
Schnelle Spannungsänderungen	5% max. 10 %	4% max. 6 %	Effektivwert	10 ms	1 Tag	100%
Flicker (Festlegung -nur für Langzeitflicker)	$P_{It} = 1$		Flickeralgorithmus	2 h	1 Woche	95%
Spannungseinbrüche (≤ 1 min)	einige 10 bis 1000 pro Jahr (unter 85 % U_c)		Effektivwert	10 ms	1 Jahr	100%
Kurze Versorgungsunterbrechungen (≤ 3 min)	einige 10 bis mehrere 100 pro Jahr (unter 1 % U_c)		Effektivwert	10 ms	1 Jahr	100%
Zufällige lange Versorgungsunterbrechungen (> 3 min)	einige 10 bis 50 pro Jahr (unter 1 % U_c)		Effektivwert	10 ms	1 Jahr	100%
Zeitweilige netzfrequente Überspannungen (Außenleiter - Erde)	meist < 1,5 kV	1,7 bis 2,0 (je nach Sternpunktbehandlung)	Effektivwert	10 ms	keine Angabe	100%
Transiente Überspannungen (Außenleiter - Erde)	meist < 6 kV	entsprechend der Isolationskoordination	Scheitelwert	kein	keine Angabe	100%
Spannungsunsymmetrie (Verhältnis Gegen- zu Mitsystem)	meist 2 % in Sonderfällen bis 3 %		Effektivwert	10 min	1 Woche	95%
Oberschwingungsspannung (Bezugswert U_n bzw. U_c)	- Gesamtoberschwingungsgehalt (THD) < 8 % - Oberschwingungen $U_{H2} \dots U_{H25}$ Grenzwerte nach Tabelle EN 50160: 1999		Effektivwert	10 min	1 Woche	95%
Zwischenharmonische Spannung	Werte in Beratung		Werte in Beratung			
Signalspannungen (Bezugswert U_n bzw. U_c)	Bereich 9 bis 95 kHz in Beratung		Effektivwert	3 s	1 Tag	99%

ANHANG M MENÜSTRUKTUR

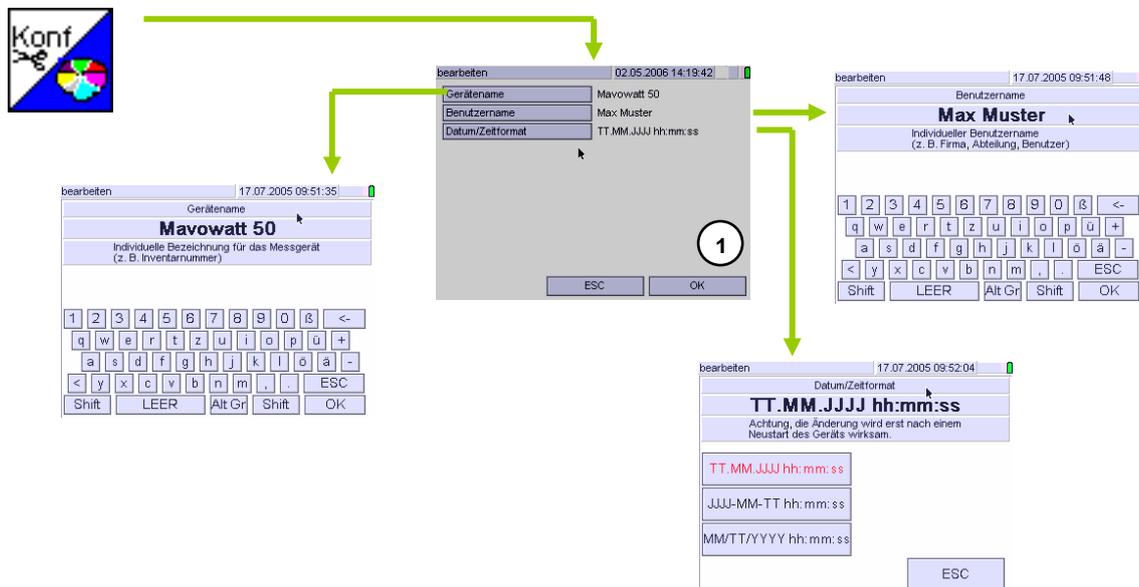
M 1 Menu Struktur im Setup

M 1.1 Geräteparameter

ON|MENU → Setup → [Geräteparameter]



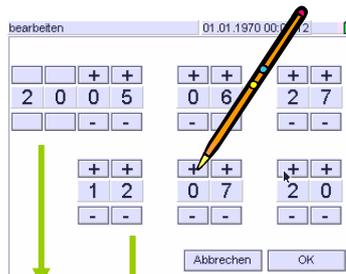
Geräteparameter 1 → bearbeiten



Geräteparameter 2-3 → bearbeiten



2



Aktuelles Datum

Aktuelle Uhrzeit



3



Geräteparameter 4 → bearbeiten



4



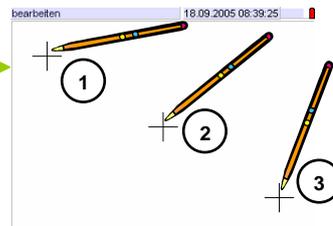
Geräteparameter 5 → bearbeiten

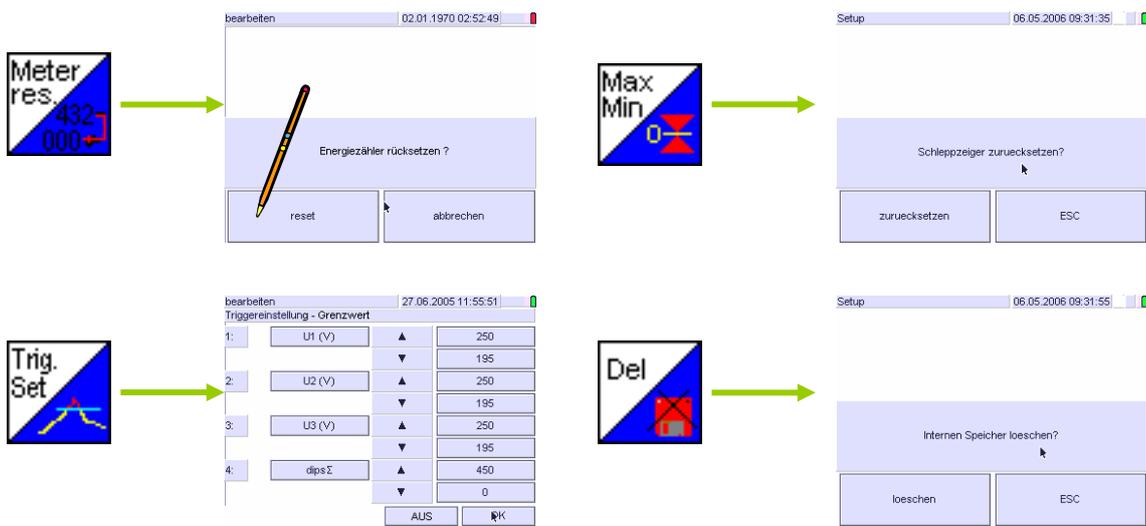


5



5





M 1.2 Messparameter

ON|MENU → Setup → [Messparameter]

Messparameter

Setup-Messprofil 02.08.2005 16:13:43

Messprofil 1
GMC

Setup-Messprofil 15.07.2005 13:40:12

U-Anschluss Stern
U-Ratio L1 1 V/V
U-Ratio L2 1 V/V
U-Ratio L3
U-Ratio L4
U-Bereich L1 1000 A/V
U-Bereich L2 1000 A/V
U-Bereich L3 1000 A/V
U-Bereich L4 1000 A/V
I-Bereich L1 3 V
I-Bereich L2 3 V
I-Bereich L3 3 V
I-Bereich L4 3 V

Setup-Messprofil 15.07.2005 13:40:36

PQ Nennspannung Linom 230 V
PQ obere Spannungsgrenze 110%
PQ untere Spannungsgrenze 90%
PQ U-Asymmetriegrenze 10%
PQ Swelltoleranz 10%
PQ Dip-Toleranz 10%
PQ SwellClip-Hysterese 1%
PQ Unterbrechungsgrenze 5%
PQ N-PE Swell-Grenze 10%

Setup-Messprofil 15.07.2005

PQ Nennfrequenz fnom 50
PQ Frequenztoleranz 5%
PQ Inselbetrieb no
PQ erlaubte Dips/Jahr 50
PQ erlaubte Unterbr./Jahr 50
PQ erlaubte Swells/Jahr 50
PQ schnelle dU-Grenze %

Einstellmenu

Setup-Messprofil 15.07.2005

[V]MHD Anlauf-Harmonische
[V]MHD End-Harmonische
Überstromgrenze
REL-Einstellung
REL-Betriebsart
REL-Ruhezustand
Subwert Powerfaktor
Enabled Events
Event: Phasen enable U1, U2, U3, U2, U4, U4
Transferranzgröße

Messparameter 1 → [bearbeiten]

bearbeiten 17.07.2005 09:54:08

Profilname
Messprofil 1
Name unter dem die nachfolgenden Parameter gespeichert werden

bearbeiten 17.07.2005 09:54:19

Messort
GMC
Bezeichnung für den Messort oder die Messaufgabe (Eingabe optional)

bearbeiten 17.07.2005 09:56:24

Kommentar
Urat-1; Irat-1000
Beschreibung der Messaufgabe, der verwendeten Wandler, Grenzwerte etc. (Eingabe optional)

bearbeiten 19.09.2005 14:38:20

FU-Messung
aus

bearbeiten 17.07.2005 09:56:44

Kopplung UJ
AC
Kopplungsart für alle U- und I-Messgänge:
AC = nur Wechselspg. / AC+DC = Wechsel- und Gleichspg.

Messparameter 2 → [bearbeiten]

U-Anschluss
 Stern
 Anschlussart der U-Messeingänge L1, L2, L3:
 Stern = Phase-Neutral / Dreieck = Phase-Phase

U-Ratio L1
 1
 Skalierungsfaktor für U-Messeingang
 (= U-Wandlerübersetzung Uprimär/Usekundär)

U-Bereich L1
 300 V
 Messbereich des U-Messeingangs in Veff
 (Grenzwert für Vspitze = Veff x 1,5)

Setup-Messprofil
 U-Anschluss: Stern
 U-Ratio L1: 1 V/V
 U-Ratio L2: 1 V/V
 U-Ratio L3: 1 V/V
 U-Ratio L4: 1 V/V
 U-Bereich L1: 300 V
 U-Bereich L2: 300 V
 U-Bereich L3: 300 V
 U-Bereich L4: 300 V

Für jede Phase getrennt einstellbar

2

Messparameter 3 → [bearbeiten]

I-Anschluss
 L1 L2 L3 L4
 Aktive I-Messeingänge: alle / L1-3, L4 = Summe L1+L2+L3
 (berechnet) / L1, L3, L4 gemessen, L2 = Summe L1+L2

I-Ratio L1
 1000
 Skalierungsfaktor für den I-Messeingang
 (= I-Wandlerübersetzung Iprimär/Isekundär)

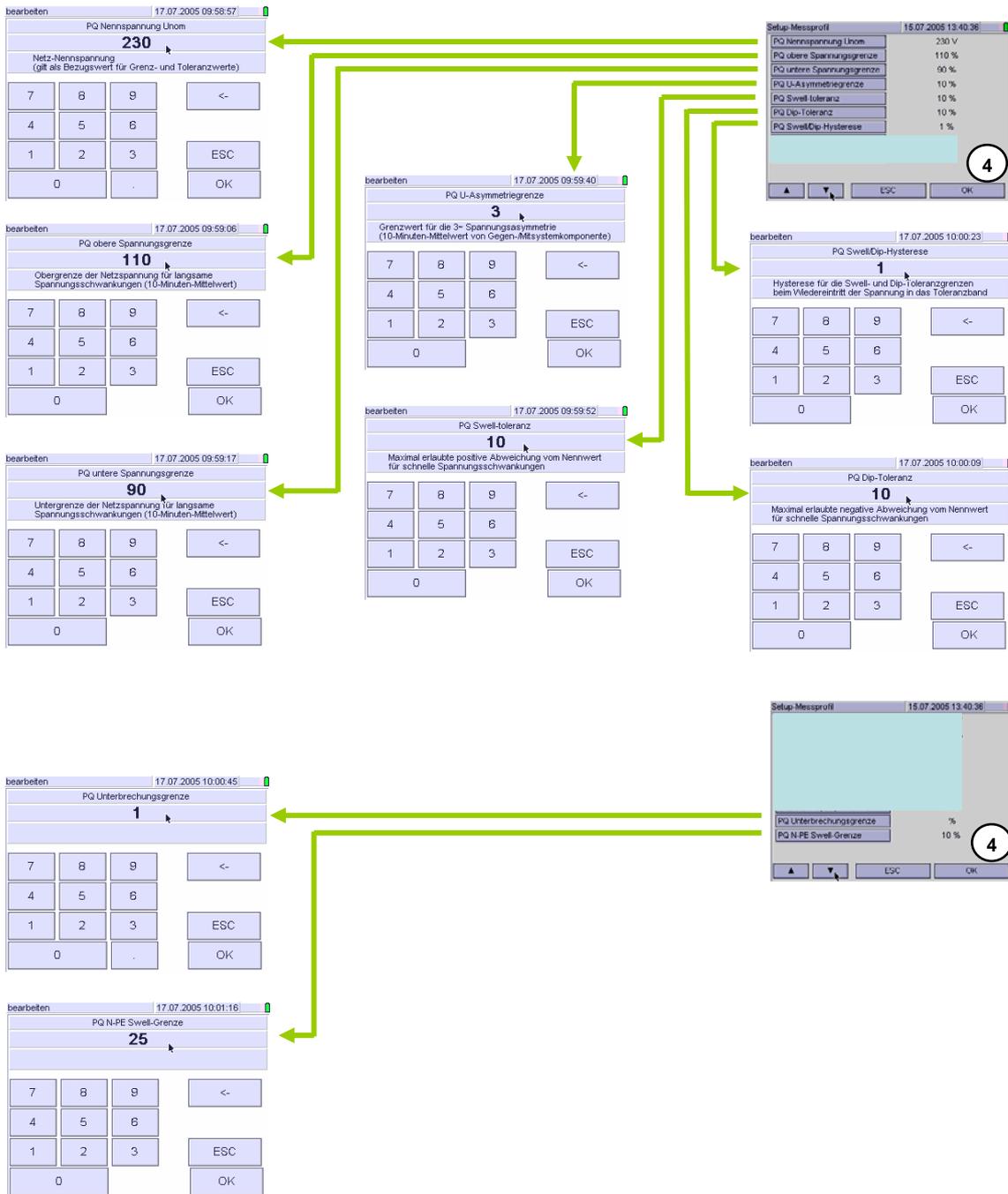
I-Bereich L1
 3 V
 Messbereich des I-Messeingangs in Veff
 (Grenzwert für Vspitze = Veff x 1,5)

Setup-Messprofil
 I-Anschluss: L1 L2 L3 L4
 I-Ratio L1: 1000 A/V
 I-Ratio L2: 1000 A/V
 I-Ratio L3: 1000 A/V
 I-Ratio L4: 1000 A/V
 I-Bereich L1: 3 V
 I-Bereich L2: 3 V
 I-Bereich L3: 3 V
 I-Bereich L4: 3 V

Für jede Phase getrennt einstellbar

3

Messparameter 4 → [bearbeiten]



Messparameter 5 → [bearbeiten]

The configuration for Messparameter 5 is shown across several screens:

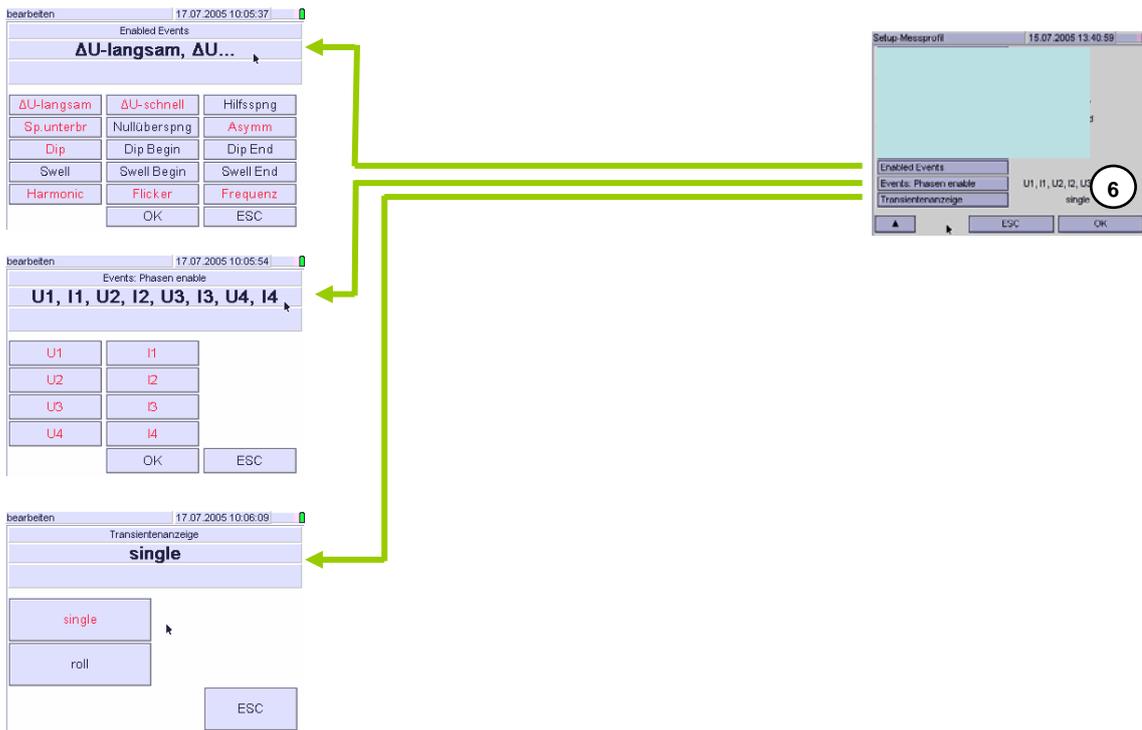
- Setup-Messprofil (15.07.2005 13:40:47):** Overview of all parameters for profile 5. A circled '5' is present in the bottom right.
- Parameter 1:** PQ Nennfrequenz from: 50
- Parameter 2:** PQ Frequenztoleranz: 5 (Frequenztoleranz in Promille (%))
- Parameter 3:** PQ Inselbetrieb: nein
- Parameter 4:** PQ erlaubte Dips/Jahr: 500
- Parameter 5:** PQ erlaubte Unterbr./Jahr: 500
- Parameter 6:** PQ schnelle ΔU-Grenze: 5
- Parameter 7:** PQ erlaubte Swells/Jahr: 500

Messparameter 6 → [bearbeiten]

The configuration for Messparameter 6 is shown across several screens:

- Setup-Messprofil (15.07.2005 13:40:59):** Overview of all parameters for profile 6. A circled '6' is present in the bottom right.
- Parameter 1:** PWMH Anfangs-Harmonische: 10
- Parameter 2:** PWMH End-Harmonische: 20
- Parameter 3:** Überstromgrenze: 1
- Parameter 4:** REL-Einstellung: inaktiv (options: inaktiv, Arbeitskontakt, Ruhekontakt)
- Parameter 5:** REL-Betriebsart: folgend (options: folgend, Puls, bleibt gesetzt)
- Parameter 6:** Sollwert Powerfaktor: 1
- Parameter 7:** REL-Pulsdauer: 1

Messparameter 6 → [bearbeiten]



M 1.3 Speicherparameter

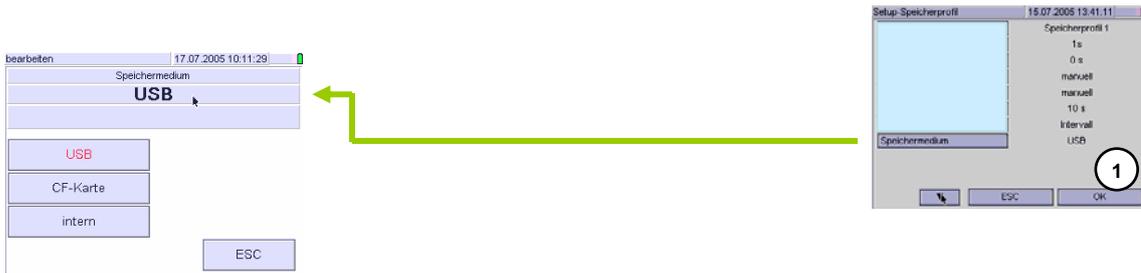
ON|MENU → Setup → Speicherparameter

The screenshot shows the main menu of the MAVOWATT 50 device. The 'Setup' icon is highlighted with a green arrow. Below the main menu, the 'Setup' screen is shown with various configuration options. A green arrow points from the 'Speicher' icon to the 'Speicherparameter' screen. The 'Speicherparameter' screen shows the 'Setup-Speicherprofil' menu with options like 'Intervall', 'Startzeit', 'Startmodus', etc. A green arrow points from the 'Intervall' option to the 'Intervall, Event' screen. The 'Intervall, Event' screen shows the 'Intervall' option selected, with a green arrow pointing to the 'Intervall' value '1s'.

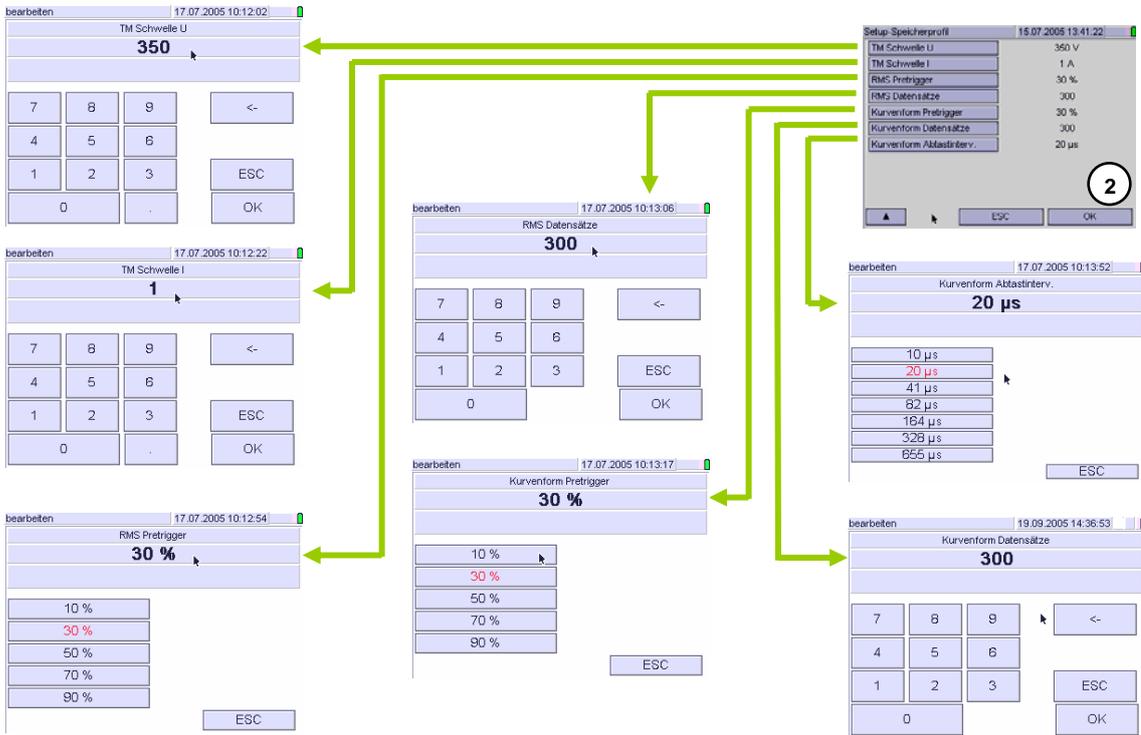
Speicherparameter 1 → bearbeiten

The screenshot shows the 'bearbeiten' screen for 'Speicherprofil 1'. The 'Startmodus' is set to 'manuell'. The 'Speicherdauer' is set to '10'. The 'Intervall' is set to '1s'. The 'Startzeit' is set to '0'. The 'Speicherkonfiguration' is set to 'Intervall, Event'. The 'Intervall, Event' screen shows the 'Intervall' option selected, with a green arrow pointing to the 'Intervall' value '1s'.

Speicherparameter 1 → bearbeiten



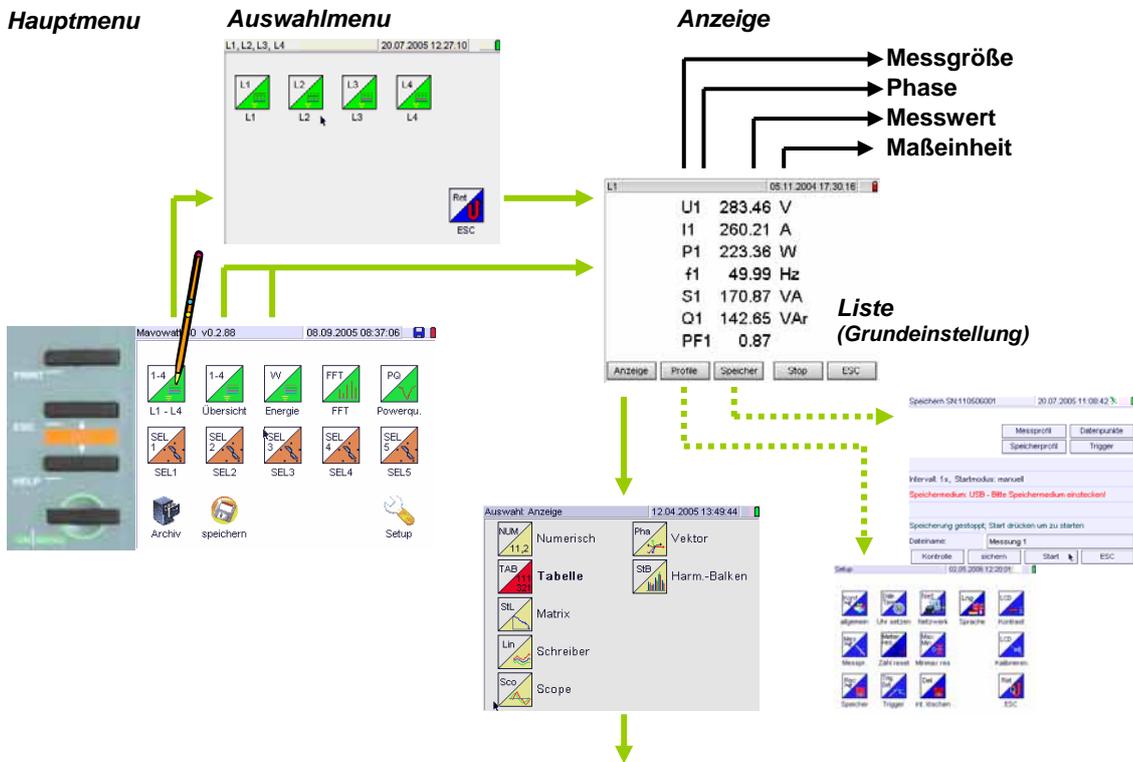
Speicherparameter 2 → bearbeiten



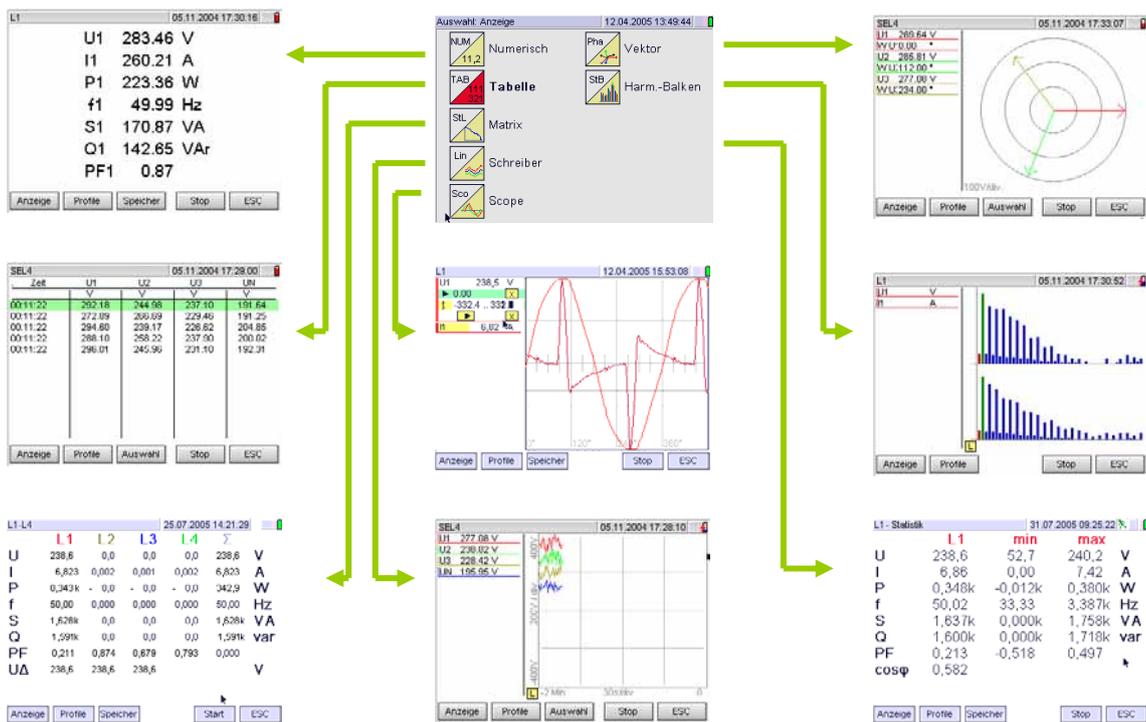
M 2 Menüstruktur in den Messfunktionen

M 2.1 Menu Grundmessgrößen (U, I, P, W, ...)

ON|MENU → L1-L4 → Auswahl
 → Übersicht / Energie



Anzeige → Auswahl



M 2.2 Menu Spektralanalyse

ON|MENU → FFT → Auswahl

Hauptmenu **Auswahlmenu** **Anzeige**

Harmonische 01.01.1970 00:24:15

08:13:24	G	%	φ
U1h[0]	0,2	0,0 %	180,0
U1h[1]	296,3	99,9 %	0,1
U1h[2]	3,0	0,9 %	177,9
U1h[3]	3,1	1,0 %	174,9
U1h[4]	2,5	0,8 %	171,7
U1h[5]	2,5	0,8 %	169,5
U1h[6]	1,8	0,5 %	167,1
U1h[7]	1,8	0,5 %	165,6
U1h[8]	0,9	0,3 %	162,7
U1h[9]	1,0	0,3 %	161,4
U1h[10]	0,3	0,0 %	157,3
U1h[11]	0,4	0,1 %	157,4
U1h[12]	0,2	0,0 %	- 24,4
U1h[13]	0,0	0,0 %	50,3
U1h[14]	0,2	0,0 %	- 24,4

THD, THDS... 31.07.2005 09:28:17

	L1	L2	L3	L4
U1h0	20,2	0,0	10,4	0,0 %
U1h0S	11,4	12,2	11,6	11,0 %
U1h0B	11,8	12,8	12,7	11,5 %
U1h0D	9,7	10,6	11,4	9,8 %
I1h0	0,0	0,0	0,0	0,0 %
I1h0S	0,0	0,0	0,0	0,0 %
I1h0B	0,0	0,0	0,0	0,0 %
I1h0D	0,0	0,0	0,0	0,0 %

Harmonische Gruppe 01.01.1970 00:24:15

08:13:24	G	%	φ
U1hg[1]	296,3	99,9 %	0,1
U1hg[2]	3,0	0,9 %	177,9
U1hg[3]	3,1	1,0 %	174,9
U1hg[4]	2,5	0,8 %	171,7
U1hg[5]	2,5	0,8 %	169,5
U1hg[6]	1,8	0,5 %	167,1
U1hg[7]	1,8	0,5 %	165,6
U1hg[8]	0,9	0,3 %	162,7
U1hg[9]	1,0	0,3 %	161,4
U1hg[10]	0,3	0,0 %	157,3
U1hg[11]	0,4	0,1 %	157,4
U1hg[12]	0,2	0,0 %	- 24,4
U1hg[13]	0,0	0,0 %	50,3
U1hg[14]	0,2	0,0 %	- 24,4

Interharmonische Gruppe 01.01.1970 00:24:15

08:13:24	G	%	φ
U1ig[1]	0,2	0,0 %	0,1
U1ig[2]	3,0	0,9 %	177,9
U1ig[3]	3,1	1,0 %	174,9
U1ig[4]	2,5	0,8 %	171,7
U1ig[5]	2,5	0,8 %	169,5
U1ig[6]	1,8	0,5 %	167,1
U1ig[7]	1,8	0,5 %	165,6
U1ig[8]	0,9	0,3 %	162,7
U1ig[9]	1,0	0,3 %	161,4
U1ig[10]	0,3	0,0 %	157,3
U1ig[11]	0,4	0,1 %	157,4
U1ig[12]	0,2	0,0 %	- 24,4
U1ig[13]	0,0	0,0 %	50,3
U1ig[14]	0,2	0,0 %	- 24,4

Harmonische Untergruppe 01.06.2005 00:24:15

08:13:24	G	%	φ
U1hs[1]	296,3	99,9 %	0,1
U1hs[2]	3,0	0,9 %	177,9
U1hs[3]	3,1	1,0 %	174,9
U1hs[4]	2,5	0,8 %	171,7
U1hs[5]	2,5	0,8 %	169,5
U1hs[6]	1,8	0,5 %	167,1
U1hs[7]	1,8	0,5 %	165,6
U1hs[8]	0,9	0,3 %	162,7
U1hs[9]	1,0	0,3 %	161,4
U1hs[10]	0,3	0,0 %	157,3
U1hs[11]	0,4	0,1 %	157,4
U1hs[12]	0,2	0,0 %	- 24,4
U1hs[13]	0,0	0,0 %	50,3
U1hs[14]	0,2	0,0 %	- 24,4

Interharmonische Untergruppe 01.01.1970 00:24:15

08:13:24	G	%	φ
U1is[1]	0,2	0,0 %	0,1
U1is[2]	3,0	0,9 %	177,9
U1is[3]	3,1	1,0 %	174,9
U1is[4]	2,5	0,8 %	171,7
U1is[5]	2,5	0,8 %	169,5
U1is[6]	1,8	0,5 %	167,1
U1is[7]	1,8	0,5 %	165,6
U1is[8]	0,9	0,3 %	162,7
U1is[9]	1,0	0,3 %	161,4
U1is[10]	0,3	0,0 %	157,3
U1is[11]	0,4	0,1 %	157,4
U1is[12]	0,2	0,0 %	- 24,4
U1is[13]	0,0	0,0 %	50,3
U1is[14]	0,2	0,0 %	- 24,4

Auswahl Anzeige

ON|Menu → FFT → Auswahl [Harm. Funktion]

Harmonische Anteile

Harmonische 01.01.1970 00:24:15

08:13:24	G	%	φ
U1h[0]	0,2	0,0 %	180,0
U1h[1]	296,3	99,9 %	0,1
U1h[2]	3,0	0,9 %	177,9
U1h[3]	3,1	1,0 %	174,9
U1h[4]	2,5	0,8 %	171,7
U1h[5]	2,5	0,8 %	169,5
U1h[6]	1,8	0,5 %	167,1
U1h[7]	1,8	0,5 %	165,6
U1h[8]	0,9	0,3 %	162,7
U1h[9]	1,0	0,3 %	161,4
U1h[10]	0,3	0,0 %	157,3
U1h[11]	0,4	0,1 %	157,4
U1h[12]	0,2	0,0 %	- 24,4
U1h[13]	0,0	0,0 %	50,3
U1h[14]	0,2	0,0 %	- 24,4

Auswahl: Spannung / Strom / Leistung

Auswahl Phase

Phasenwinkel

Wert in % bezogen auf die Grundschwingung

Wert

Harmonische U / I / P

Harmonische Untergruppe 01.06.2005 00:24:15

08:13:24	G	%	φ
U1hs[1]	296,3	99,9 %	0,1
U1hs[2]	3,0	0,9 %	177,9
U1hs[3]	3,1	1,0 %	174,9
U1hs[4]	2,5	0,8 %	171,7
U1hs[5]	2,5	0,8 %	169,5
U1hs[6]	1,8	0,5 %	167,1
U1hs[7]	1,8	0,5 %	165,6
U1hs[8]	0,9	0,3 %	162,7
U1hs[9]	1,0	0,3 %	161,4
U1hs[10]	0,3	0,0 %	157,3
U1hs[11]	0,4	0,1 %	157,4
U1hs[12]	0,2	0,0 %	- 24,4
U1hs[13]	0,0	0,0 %	50,3
U1hs[14]	0,2	0,0 %	- 24,4

Harmonische Gruppe 01.01.1970 00:24:15

08:13:24	G	%	φ
U1hg[1]	296,3	99,9 %	0,1
U1hg[2]	3,0	0,9 %	177,9
U1hg[3]	3,1	1,0 %	174,9
U1hg[4]	2,5	0,8 %	171,7
U1hg[5]	2,5	0,8 %	169,5
U1hg[6]	1,8	0,5 %	167,1
U1hg[7]	1,8	0,5 %	165,6
U1hg[8]	0,9	0,3 %	162,7
U1hg[9]	1,0	0,3 %	161,4
U1hg[10]	0,3	0,0 %	157,3
U1hg[11]	0,4	0,1 %	157,4
U1hg[12]	0,2	0,0 %	- 24,4
U1hg[13]	0,0	0,0 %	50,3
U1hg[14]	0,2	0,0 %	- 24,4

Harmonische Untergruppe U / I / P

Harmonische Gruppe U / I / P

Menu → FFT → Auswahl

Zwischenharmonische Anteile

Interharmonische Gruppe 01.01.1970 00:24:15

U1ig	08:13:24	G	%	Δ
U1ig	U1ig[1]	0,2	0,0 %	0,1
U1ig	U1ig[2]	3,0	0,9 %	177,9
U1ig	U1ig[3]	3,1	1,0 %	174,9
U1ig	U1ig[4]	2,5	0,8 %	171,7
U1ig	U1ig[5]	2,5	0,8 %	169,5
U1ig	U1ig[6]	1,8	0,5 %	167,1
U1ig	U1ig[7]	1,8	0,5 %	165,6
U1ig	U1ig[8]	0,9	0,3 %	162,7
U1ig	U1ig[9]	1,0	0,3 %	161,4
U1ig	U1ig[10]	0,3	0,0 %	157,3
U1ig	U1ig[11]	0,4	0,1 %	157,4
U1ig	U1ig[12]	0,2	0,0 %	- 24,4
U1ig	U1ig[13]	0,0	0,0 %	50,3
Ans	U1ig[14]	0,2	0,0 %	- 24,4

Buttons: Anzeige, Profile, Speicher, Stop, ESC

Annotations: Auswahl: Spannung / Strom, Auswahl Phase, Phasenwinkel, Wert in % bezogen auf die Grundschiwingung, Wert

**Interharmonische Gruppe
Spannung / Strom / Leistung**

Interharmonische Untergruppe 01.01.1970 00:24:15

U1is	08:13:24	G	%	Δ
U1is	U1is[1]	0,2	0,0 %	0,1
U1is	U1is[2]	3,0	0,9 %	177,9
U1is	U1is[3]	3,1	1,0 %	174,9
U1is	U1is[4]	2,5	0,8 %	171,7
U1is	U1is[5]	2,5	0,8 %	169,5
U1is	U1is[6]	1,8	0,5 %	167,1
U1is	U1is[7]	1,8	0,5 %	165,6
U1is	U1is[8]	0,9	0,3 %	162,7
U1is	U1is[9]	1,0	0,3 %	161,4
U1is	U1is[10]	0,3	0,0 %	157,3
U1is	U1is[11]	0,4	0,1 %	157,4
U1is	U1is[12]	0,2	0,0 %	- 24,4
U1is	U1is[13]	0,0	0,0 %	50,3
Ans	U1is[14]	0,2	0,0 %	- 24,4

Buttons: Anzeige, Profile, Speicher, Stop, ESC

**Interharmonische Untergruppe
Spannung / Strom / Leistung**

Menu → FFT → Anzeige → Auswahl Harm. Balken

SEL3 12.01.2005 20:26:11

Buttons: Anzeige, Profile, Auswahl, Stop, ESC

Annotations: Spektrale Anteile, Grundschiwingung, Messwert gemäß vertikaler Cursorposition, Messgröße U / I / P

Auswahl der darzustellenden spektralen Anteile in der numerischen Darstellung

ON|Menu → FFT → Auswahl THD

THD, THDS,...		31.07.2005 09:28:17			
	L1	L2	L3	L4	
UTHD	20,2	0,0	10,4	0,0	%
UTHDS	11,4	12,2	11,6	11,0	%
UTHDG	11,8	12,8	12,7	11,5	%
UPWHD	9,7	10,6	11,4	9,8	%
ITHD	0,0	0,0	0,0	0,0	%
ITHDS	0,0	0,0	0,0	0,0	%
ITHDG	0,0	0,0	0,0	0,0	%
IPWHD	0,0	0,0	0,0	0,0	%

Anzeige Profile Speicher Stop ESC

**Verhältnis der Summe der spektralen Anteile ohne Grundschwingung zum Effektivwert der Grundschwingung
Alle Angaben in %**

THD:
Summe aller Oberschwingungsanteile

THDS:
Summe aller Oberschwingungsanteile inklusive der unmittelbar benachbarten Zwischenharmonischen

THDG:
Summe aller Oberschwingungsanteile inklusive der benachbarten Zwischenharmonischen

PWHD:
Summe der Oberschwingungsanteile inklusive der benachbarten Zwischenharmonischen einer ausgewählten Gruppe von Oberschwingungen

M 2.3 Menu Netzqualität

ON|MENU → PQ → Auswahl [PQ-Funktion]

Hauptmenu

Auswahlmenu

Anzeige

Parameter	Value	Percentage
f	1050	6,66%
URMS	45	89,29%
ΔUrap	437	
PLT	5	68,03%
UDips	39	79,59%
UDrop	170	42,50%
USwell	64	125,49%
UAsym	6	42,2%
UHarm	92	182,54%
UTHDS	55	109,13%

Parameter	L1	L2	L3	L1:3	Σ	%
f	--	--	--	--	1050	6,66
URMS	8	17	20	--	45	89,29
ΔUrap	107	98	232	--	437	
PLT	2	1	2	--	5	68,03
UDips	5	10	20	4	39	79,59
UDrop	30	20	30	90	170	42,50
USwell	30	20	10	4	64	125,49
UAsym	--	--	--	--	6	42,2
UHarm	32	20	40	--	92	182,54
UTHDS	20	25	10	--	55	109,13

Datum / Zeit	Typ	Wert	Dauer
04.06.2005 12:48:51,800	U2 Dip	128,4 V	360 ms
04.06.2005 12:48:50,800	UΣ Dip	76,4 V	60 ms
04.06.2005 12:48:40,400	UΣ Drop		1,3 s
04.06.2005 12:28:50,000	Uunbal	3,4 %	
04.06.2005 12:27:19,340	UHdwn		49 s
04.06.2005 11:15:40,000	PLT 1	1,3	
04.06.2005 10:21:20,000	U3H9	4,2 %	

Auswahl Anzeige

ON|MENU → PQ → PQ View

erlaubt | **überschritten**

Grenze 100%

Phasensumme

Einzelphase

Anzahl der Grenzwertüberschreitungen in % bezogen auf die erlaubte Anzahl in %

Anzahl der Grenzwertüberschreitungen, Summe aus allen Phasen ohne L4

Merkmal der Spannung

Übersicht:

Spannungsqualität über die erfassten Merkmale

- Frequenz
- Langsame Spannungsänderungen
- Schnelle Spannungsänderungen
- Flicker
- Spannungseinbrüche
- Spannungsunterbrechungen
- kurze Überspannungen
- Spannungsasymmetrie
- Oberschwingungen
- Spannungsverzerrung

ON|MENU → PQ → PQ Statistik

PQ Statistik						20.07.2005 12:20:36	
	L1	L2	L3	L1-3	Σ	%	
f	--	--	--	--	1050	6,66	
URMS	8	17	20	--	45	89,29	
ΔUrap	107	98	232	--	437		
PLT	2	1	2	--	5	68,03	
UDips	5	10	20	4	39	79,59	
UDrop	30	20	30	90	170	42,50	
USwell	30	20	10	4	64	125,49	
UAsym	--	--	--	--	6	42,2	
UHarm	32	20	40	--	92	182,54	
UTHDS	20	25	10	--	55	109,13	

Anzeige Profile Speicher Stop ESC

Anzahl der Grenzwertüberschreitungen in %
bezogen auf die erlaubte Anzahl in %
< 100%: erlaubt; > 100%: überschritten

Anzahl der Grenzwertüberschreitungen,
Summe aus allen Phasen ohne L4

Anzahl der Grenzwertüberschreitungen – Multiphasenfehler
Nur definiert für die Kurzzeitereignisse Dips, Drops, Swells

Anzahl der Grenzwertüberschreitungen in den einzelnen Phasen

Merkmals der Spannung

ON|Menu → PQ → PQ Events

PQ Events						20.07.2005 12:48:51	
Datum / Zeit	Typ	Wert	Dauer				
04.06.2005 12:48:51,800	U2 Dip	128,4 V	360 ms				
04.06.2005 12:48:50,800	UΣ Dip	76,4 V	60 ms				
04.06.2005 12:48:40,400	UΣ Drop		1,3 s				
04.06.2005 12:28:50,000	Uunbal	3,4 %					
04.06.2005 12:27:19,340	UHDwn		49 s				
04.06.2005 11:15:40,000	PLT 1	1,3					
04.06.2005 10:21:20,000	U3 H9	4,2 %					



Dauer des Ereignisses
Höchst- / Tiefstwert
Ereignistype
Beginnzeit des Ereignisses
Datum

Anzeige Profile Speicher Stop ESC

M 2.4 Menu Zusammenstellen von Messgrößen

ON|MENU → SEL 1-5 → Anzeige
 ↳ Auswahl von Messgrößen

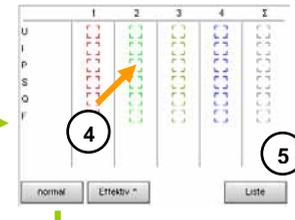
Hauptmenü



Anzeige

SEL4		05.11.2001 17:28:00	
Zeit	U1	U2	U3
00:11:22	292.10	244.90	237.10
00:11:22	272.89	266.69	209.46
00:11:22	294.09	228.17	220.02
00:11:22	288.10	258.22	237.90
00:11:22	296.01	245.96	231.10

Auswahl von Messgrößen



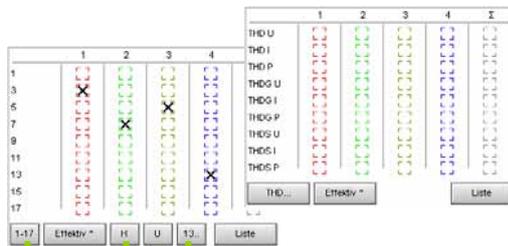
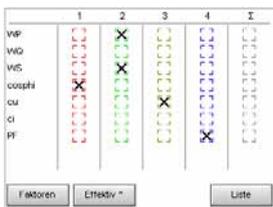
Ausgewählte Messgrößen

messrpt1 / Auswahl		
7 Basiswerte	0 Harmonische	0 Statistik
1	0:59000100 U1 - Spannung Phase 1	
2	0:59000200 I1 - Strom Phase 1	
3	0:59000300 P1 - Wirkleistung Phase 1	
4	0:59001200 F1 - Frequenz Phase 1	
5	0:59001500 S1 - Scheinleistung Phase 1	
6	0:59001800 O1 - Blindleistung Phase 1	
7	0:59001700 PF1 - Powerfaktor (+P/S) Phase 1	

- Beliebige Kombination von
- Grundmessgrößen
 - Energiemessgrößen
 - Harmonischen und Zwischenharmonischen
 - Faktoren
 - Statistikwerten

ON|MENU → SEL1-5 → Auswahl

Messgrößen und Messarten auswählen



- Messart
- Effektivwert (Momentan)
 - Mittelwert (Intervall)
 - Maximum
 - ...

- Basismessgröße U, I, P, etc.
- Energiemessgröße WP, WQ, WS
- Harmonische / Interharmonische

- Gerade / Ungerade Harmoni-
- Harmonisch U, I, P
- Harmonische, Gruppen, Untergruppen
- Harmonische Ordnung

Statistikwerte

swstat1		swstat2		swstat3		swstat4	
u	u	u	u	u	u	u	u
uh1	Hi	uh2	Hi	uh3	Hi	uh4	Hi
uh1m	Hi	uh2m	Hi	uh3m	Hi	uh4m	Hi
uh1s	Hi	uh2s	Hi	uh3s	Hi	uh4s	Hi
uh1t	Hi	uh2t	Hi	uh3t	Hi	uh4t	Hi

M 2.5 Menu speichern

ON|MENU → Speichern → (Profilname)
 Anzeige → Speicher → (Profilname)

The screenshots illustrate the 'Speichern' (Save) process. It starts with selecting a measurement profile ('Auswahl Messprofil') and a storage profile ('Auswahl Speicherprofil'). The 'Speichern' screen shows settings like 'Intervall: 1s', 'Startmodus: manuell', and 'Speichermedium: USB'. A keyboard overlay shows the navigation path: 'Speichern' → 'Speicher' → 'Speicherprofil 1'. The 'L1 - Statistik' table provides the following data:

	L1	min	max	
U	238,6	52,7	240,2	V
I	6,86	0,00	7,42	A
P	0,348k	-0,012k	0,380k	W
f	50,02	33,33	3,387k	Hz
S	1,637k	0,000k	1,758k	VA
Q	1,600k	0,000k	1,718k	var
PF	0,213	-0,518	0,497	
cosφ	0,582			

M 2.6 Menu Archiv

ON|MENU → Archiv → Auswahl → öffnen
 ↳ Dateimanipulationen

The screenshots illustrate the 'Archiv' (Archive) process. It starts with selecting 'Archiv' from the main menu. The 'Datei öffnen' screen shows a list of files. The 'Datei wählen' screen shows the selected file. The 'Dateimanipulationen' screen shows the options for where to copy the file.

1 Speichermedium wählen

2 Speichermedium wählen

3 Datei wählen

4 Datei öffnen

4 Dateimanipulationen

