

## TECH NOTE :: Elektrische Spannung und Strom mit QuantumX erfassen und mit catmanEASY Leistung berechnen

Version: 2015-01-30

Author: Christof Salcher, Product Manager Test & Measurement, HBM Germany

Status: public

### Untertitel

In diesen Anwendungstipps geht es vornehmlich um die Erfassung der elektrischen Größen Spannung und Strom mit QuantumX, sowie um die Leistungsberechnung und Signalanalyse im Zeit- und Frequenzbereich mit catmanEASY/AP.

### Einleitung

HBM ist traditionell stark im Umfeld Erfassen, Visualisieren, Speichern und Analysieren mechanischer Größen im Zeitbereich. Dazu bietet HBM zu allererst Sensoren für Drehmoment und Drehzahl, Kraft, Druck, Weg und Dehnung. Darüber hinaus elektronische Messtechnik und Software zur Datenerfassung und Auswertung im Bereich Analyse und Test bei der Entwicklung von Komponenten, Systemen oder kompletten Produkten mit hohen Qualitätsansprüchen.

Die Welt wird zusehends elektrifiziert. Wir sehen das im Konsumgüterbereich, aber auch an öffentlichen Orten, zum Beispiel beim Personentransport in Aufzügen, Rolltreppen und Fahrzeugen. Hydraulik wird zusehends durch elektrische Aktuatoren wie zum Beispiel Antriebe oder Ventile ersetzt. Die physikalischen Vorgänge komplexer Maschinen werden durch die Elektrifizierung auf den Kopf gestellt. Die Erfassung „elektrischer Größen“ wie Spannung und Strom nimmt somit einen immer höheren Stellenwert ein. QuantumX ermöglicht die Erfassung elektrischer Größen wie Spannung und Strom, sowie aller typischen anderen physikalischen Messgrößen im Umfeld elektrischer, mechanischer oder mechatronischer Systeme. Rein elektrische Größen können an elektrischen Aktuatoren, Energiespeichern wie z.B. Batterien oder aber Infrastruktur gemessen werden.

Speziell für die exakte Erfassung elektrischer Spannungen bis 1.000 V wurde das jetzt verfügbare **4-Kanal-Messmodul QuantumX MX403B** entwickelt. Es können auch kleine Differenzspannungen auf hohem elektrischem Potential gemessen werden. Das hohe Sicherheitsniveau des MX403B wird durch die konsequente Entwicklung nach den neuesten Auflagen der Messgerätenormen IEC 61010-1:2010 + corr. 2011 und für Messeingänge IEC 61010-2-030:2010 + corr. 2011 sowie durch die Zertifizierung und Produktionsüberwachung durch den VDE gewährleistet.

### Anwendungen mit QuantumX MX403B und Nutzen

Das Modul eignet sich für den Einsatz im Labor, am Prüfstand, als portables Datenerfassungssystem oder mobil im Feldeinsatz.

Typische Anwendungen finden sich im Bereich:

- Prüfung mechatronischer Komponenten mit elektrisch angetriebenen Aktuatoren
  - o Funktion, Performance, Stress und Betriebsfestigkeit
  - o Messung von Gleichspannung, 1-phasige Wechselspannung bis 1000 V CAT II oder 600 V CAT III, Strommessung über Shunt oder Strommesszange
- Dynamischer Test von Energiespeichern (z.B. Batterien bis 1250 V)
  - o Langzeittest / Lebensdauer (Lade-Entladezyklen, Selbstentladung, Schnell-Ladung, Kurzschluss)
  - o Belastungen / Einwirkungen (Temperaturen, Rückkopplungen, Überlast, Kurzschluss, Defekt, Überhitzung, Krafteinwirkung)
  - o Einzelzellentest mit hoher Gleichtaktunterdrückung
  - o Batteriemanagement-Test (Überladesicherheit)
- Messungen in Netzen mit Transienten
  - o Kleinspannungssignale mit aperiodischen hohen Spitzenspannungen
  - o Netze mit induzierten Spannungsspitzen (Magnetventile, Relais, ...)

Das MX403B ist allgemein für Anwendungen im Bereich der Messkategorien CAT II (ab Steckdose) und CAT III (Gebäudeverteilung) ausgelegt. Jeder Messkanal des MX403B liefert neben den Rohwerten auch Effektivwerte und Spitzenwerte.

Die nahtlose Integration in die etablierte QuantumX-Serie ermöglicht somit die zeitsynchrone Erfassung mechanischer, elektrischer und thermischer Messgrößen sowie von CAN-Bussignalen. QuantumX-Module lassen sich räumlich verteilen und nahe der Messstelle einsetzen sowie in Echtzeit über Ausgänge wie normierte Spannung, EtherCAT oder CAN einfach integrieren.

### Einordnung in Messkategorien

Messungen von gefährlichen Spannungen (AC eff. > 33 V, DC > 70 V) dürfen nur von dafür ausgebildeten Personen durchgeführt werden. Bei der Auswahl des Messmittels spielen die Messkategorien der IEC 61010 eine wichtige Rolle – siehe auch **Kapitel Sicherheit am Ende der Anwendungstipps**.

Das MX403B kann in folgenden Bereichen eingesetzt werden:

- 1000 V CAT II
- 600 V CAT III
- Das Modul kann auch außerhalb der Messkategorien (z.B. Batterieprüfung) eingesetzt werden. Eine genaue Analyse der Arbeitsspannung, der Spitzenspannung, der Schleifenimpedanz, der zeitweiligen Überspannung sowie der transienten Überspannung dieser Kreise muss vorher ermittelt werden. Es gelten diesbezüglich folgende Kenndaten:
  - Spitzenspannung: maximal 1250 V
  - Schleifenimpedanz: mindestens 100 mV
  - Zeitweilige Überspannung: keine
  - Transiente Überspannung: 3000 V

### QuantumX MX403B zur Messung elektrischer Spannungen

Das MX403B besitzt vier isolierte differentielle Messkanäle zum direkten Messen von Spannungen bis DC 1000 V oder AC effektiv 1000 V. Die frei parametrierbaren Messbereiche von 10, 100 und 1.000 V ermöglichen sowohl die Erfassung von hohen Spannungen gegen Bezugserde als auch das Messen von kleinen Differenzspannungen auf hohem Potential gegen Bezugserde. Jeder Kanal ist mit analogen Anti-Aliasing-Filtern, 24-Bit-AD-Wandlern und digitalen Filtern ausgestattet und kann individuell parametriert werden.

Das Modul erlaubt Messraten bis 100 kHz pro Kanal und Bandbreiten bis 40 kHz und gliedert sich nahtlos in das etablierte Datenerfassungssystem QuantumX ein und beerbt damit die Vorteile dieser erfolgreichen Lösung. QuantumX erfasst somit alle physikalischen Messgrößen aus der mechanischen, elektrischen oder thermischen Welt vollkommen zeitsynchron, verrechnet die Signale und etabliert sich damit als übergreifende Gesamtlösung und wertvolles Werkzeug in Forschung und Entwicklung. QuantumX-Module lassen sich räumlich verteilen und nahe an die Messstelle optisch anbinden (Opto-Ethernet oder Opto-FireWire), um maximale Sicherheit zwischen Messort und PC zu realisieren.

### Erfassung von Strömen

Zur Strommessung kommen klassischerweise die Messprinzipien Shunt (ohmscher Widerstand) oder Stromzange in Betracht.

Während der Shunt eine präzise, phasensynchrone Messung kleiner Ströme ermöglicht, eignen sich Strommesszangen besonders für zügige Strommessungen ohne Auftrennung der Leitung. Es gibt Strommesszangen für verschiedene Einsatzzwecke mit unterschiedlicher Auslegung. Das induktive Messprinzip führt zu einer Phasenverschiebung zwischen Strom und gemessener elektrischer Signalspannung aus der Stromzange. Diese Phasenverschiebung muss zur Leistungsbestimmung kompensiert werden. Am einfachsten dadurch, dass die gemessene elektrische Spannung entsprechend verzögert wird. Weiter unten wird dieser Vorgang dargestellt.

Somit haben wir beide elektrische Messgrößen im Griff und können nun die Software betrachten.

### Die Software catmanEASY

Die HBM-Software catmanEASY eignet sich perfekt für die folgenden Schritte:

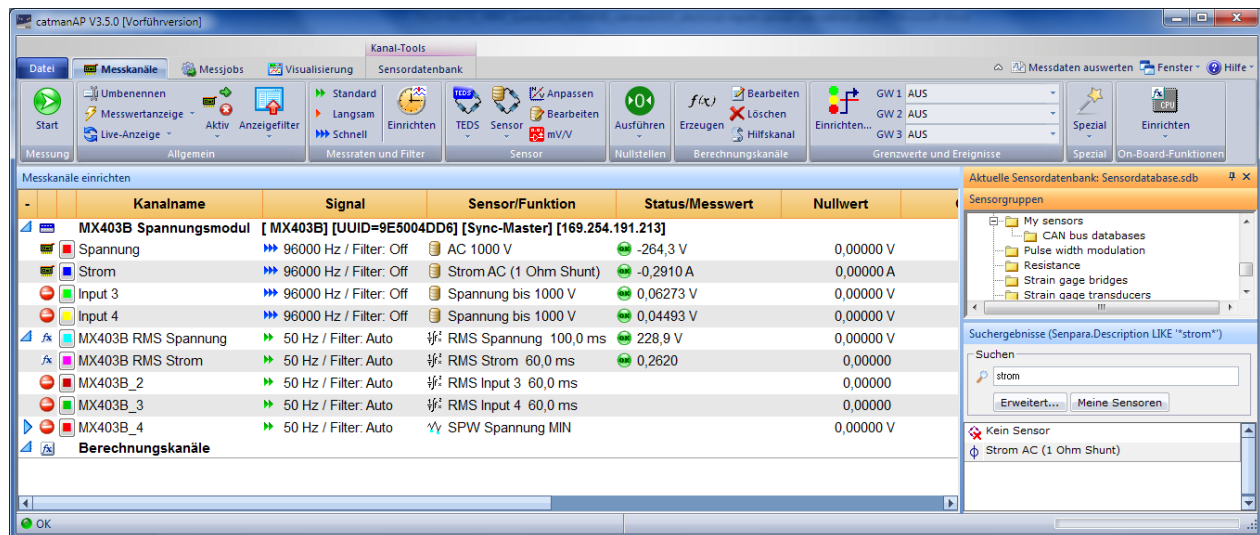
- Parametrierung der Kanäle (Speicherung der Kanaleinstellungen oder Stromzangen in der Sensordatenbank)
- Optionale Phasenkompensation beim Einsatz von Strommesszangen
- Verrechnung von Signalen zu Wirk-, Schein- und Blindleistung sowie weiterer Faktoren
- Visualisierung der Rohwerte und verrechneten Werte auf individuellen Anzeigen
- Datenspeicherung im gewünschten Datenformat
- Analysen bei laufender Messung
- Post-Process-Analyse und Berichterstellung

Die Software catmanEASY bietet neben der Messdatenerfassung eine integrierte Mathematik-Bibliothek. Die mathematischen Funktionen reichen von einfachen algebraischen Berechnungen, statistischen Auswertungen über Spektralanalysen bis hin zur elektrischen Leistungs- und Effizienzberechnung durch einfache Parametrierung.

Der Effektivwert von Eingangsgrößen kann auch in der Software berechnet werden.

### Schrittweise Messung, Online-Verrechnung und Analyse mit catmanEASY

Parametrieren Sie die Messkanäle mit Hilfe der Sensordatenbank. Falls die korrekte Signalbeschreibung nicht in der Sensordatenbank zu finden ist, erstellen Sie das jeweilige Datenblatt. Die Verwendung des Sensordatenblatts macht die zukünftige individuelle Parametrierung einzelner Kanäle schneller und ist jederzeit reproduzierbar.



### Phasen-synchrone Analyse von Signalen mit catmanEASY

Alle Kanäle eines QuantumX-Systems werden zeitsynchron erfasst. Dazu bietet QuantumX sehr viele mögliche Sensor- und Aufnehmertechnologien, welche physikalische Größen wie elektrische Spannung, Strom, Drehmoment, Drehzahl, Temperatur, Beschleunigung, Vibration, Geräusch, Bus-Signale der Steuergeräte-Kommunikation, usw. in digitale Signale wandeln.

#### Gibt es einen Phasenverzug zwischen Strom und Spannung?

Zur Messung von Wechsel- oder Gleichströmen werden oft Shunts eingesetzt. Shunts sind rein ohmsch aufgebaut und sind daher phasengenau. Strommesszangen haben durch ihren induktiven Messkern einen Phasenverzug – d.h. die Phase des Ausgangssignals des Wandlers ist gegenüber der Stromphase verzögert. Ist der Phasenverzug des Wandlers nicht bekannt, kann dieser einfach durch eine Erfassung von Strom und Spannung an einem ohmschen Verbraucher (z.B. Glühlampe) ausgemessen und über die Software catmanEASY korrigiert werden. Die gemessene Spannung kann entsprechend verzögert werden.

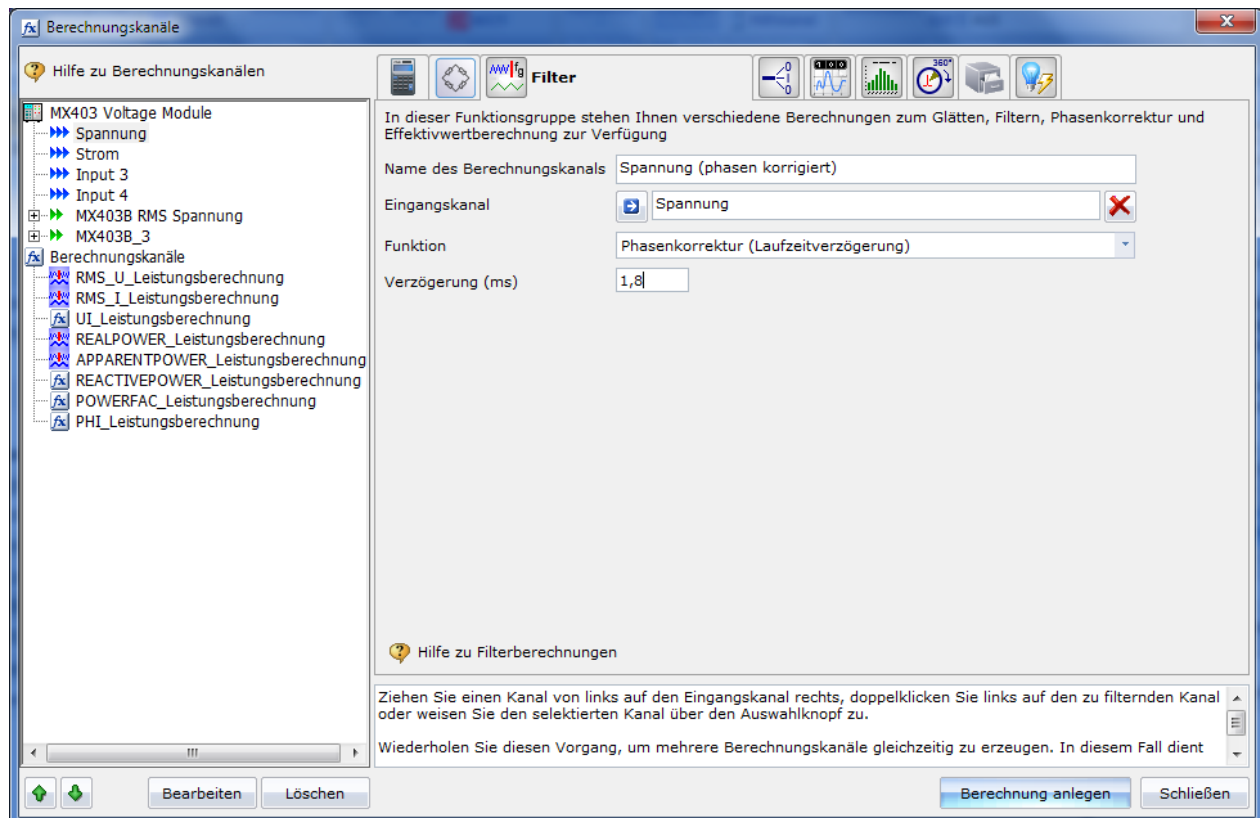
Strommesszangen können zum Beispiel über einen Adapter Banane auf BNC an den MX403B angeschlossen werden.



Bild: Adapter Banane auf BNC

Natürlich kann die Strommesszange auch über einen anderen Messverstärker im Verbund angeschlossen werden, z.B. über einen Adapter BNC auf SubHD am Universalmessverstärker MX840A. Dieser Messverstärker kann auch die Größen Drehmoment, Drehzahl, Temperatur, Beschleunigung, Vibration und CAN-Bus-Signale aufnehmen.

Ein Beispiel für eine Phasenkorrektur – Berechnungskanäle -> Filter -> Funktion Phasenkorrektur:



In unserem Beispiel wird der Strom über einen Shunt gemessen.

### Online-Leistungsberechnung

Bei der Leistungsberechnung betrachten wir nur niederfrequente harmonische Signale ( $< 100$  Hz). Zur Leistungsberechnung führen wir keine komplexen Integrationsalgorithmen durch. Es werden die weit verbreiteten Standard-Formeln verwendet.

Die Leistungsberechnung in catmanEasy stützt sich auf ein Fenster-basiertes Verfahren. Die Genauigkeit der Leistungsberechnung hängt somit von der Grundfrequenz des Signals und der gewählten Fensterbreite ab.

Beispiel: 50 Hz Grundschnwingung -> 20 ms eine Periode -> 100 ms Fenster -> 5 Perioden im Mittel.

Die berechnete Leistung wird hierbei selbst bei einem statischen System eine gewisse Restwelligkeit aufweisen.

Bei einer vollständigen Berechnung aller Größen in catmanEASY werden Effektivwert (RMS) und auch der Mittelwert (MEAN) über ein Zeitfenster ermittelt. Beides wird nicht wie zum Beispiel im MX403B durch eine straight forward Mittelwertbildung über  $n$  Werte gemacht (benötigt Puffer für  $n$  Werte, daher max. Zeitfenster begrenzt!), sondern in einer ein-Schritt Iteration, die ohne Puffer auskommt.

Die Formel stellen sich wie folgt dar:

$$\text{RMS}(n) = \sqrt{(1-a) \cdot \text{Messwert}(n) \cdot \text{Messwert}(n) + a \cdot \text{RMS}(n-1)}$$

Wobei  $a = \exp(-1/(\text{Messrate} \cdot \text{Zeitfenster}))$  ist. Analog wird MEAN gebildet:

$$\text{MEAN}(n) = (1-a) \cdot \text{Messwert}(n) + a \cdot \text{MEAN}(n-1)$$

Das Verfahren ist schneller, benötigt praktisch keine Puffer und kann daher beliebig große Zeitfenster realisieren. Das Ergebnis stimmt gut mit den OnBoard berechneten Werten eines MX410/B oder MX403B überein. Zur Glättung können RMS und MEAN auch noch gefiltert werden. Die weiteren Berechnungskanäle ergeben sich dann wie folgt:

$$\text{REALPOWER} = \text{MEAN}(U \cdot I)$$

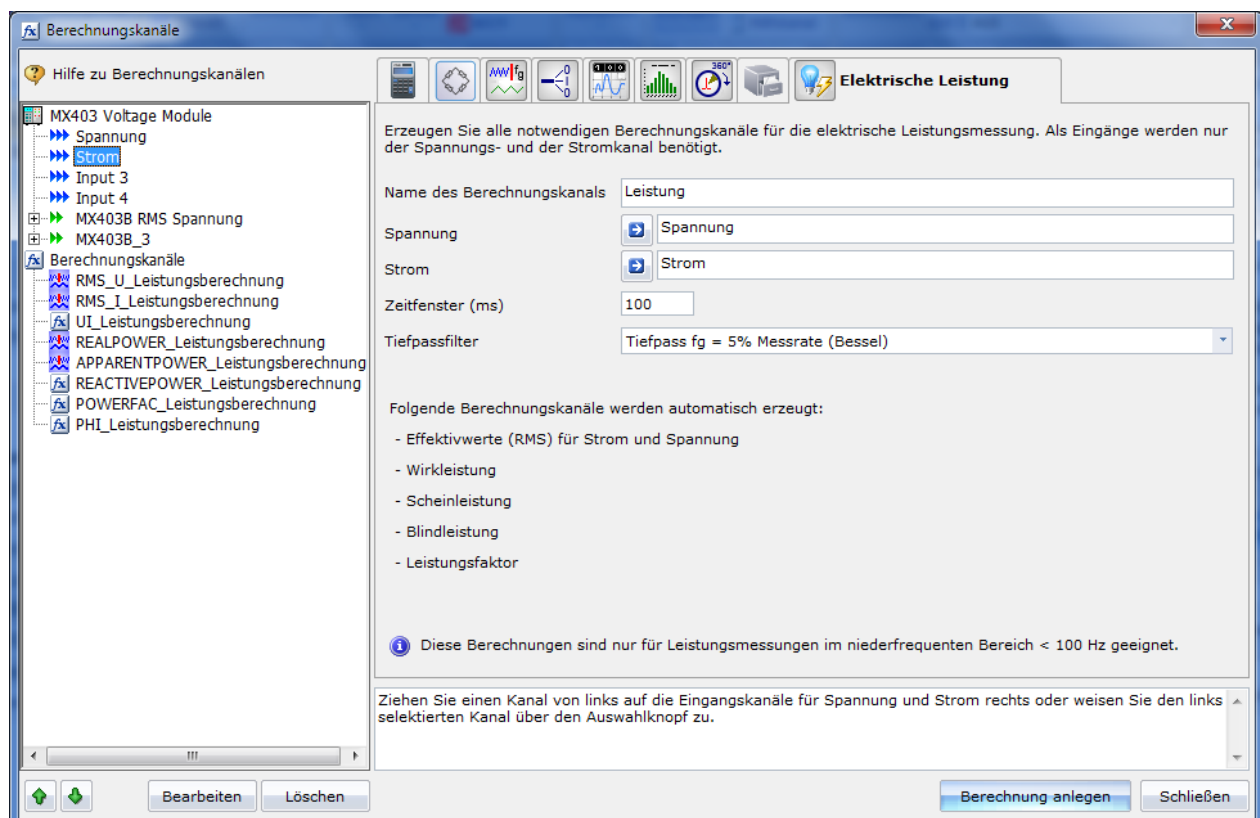
$$\text{APPARENTPOWER} = \text{RMS}(U) \cdot \text{RMS}(I)$$

$$\text{REACTIVEPOWER} = \sqrt{\text{APPARENTPOWER}^2 - \text{REALPOWER}^2}$$

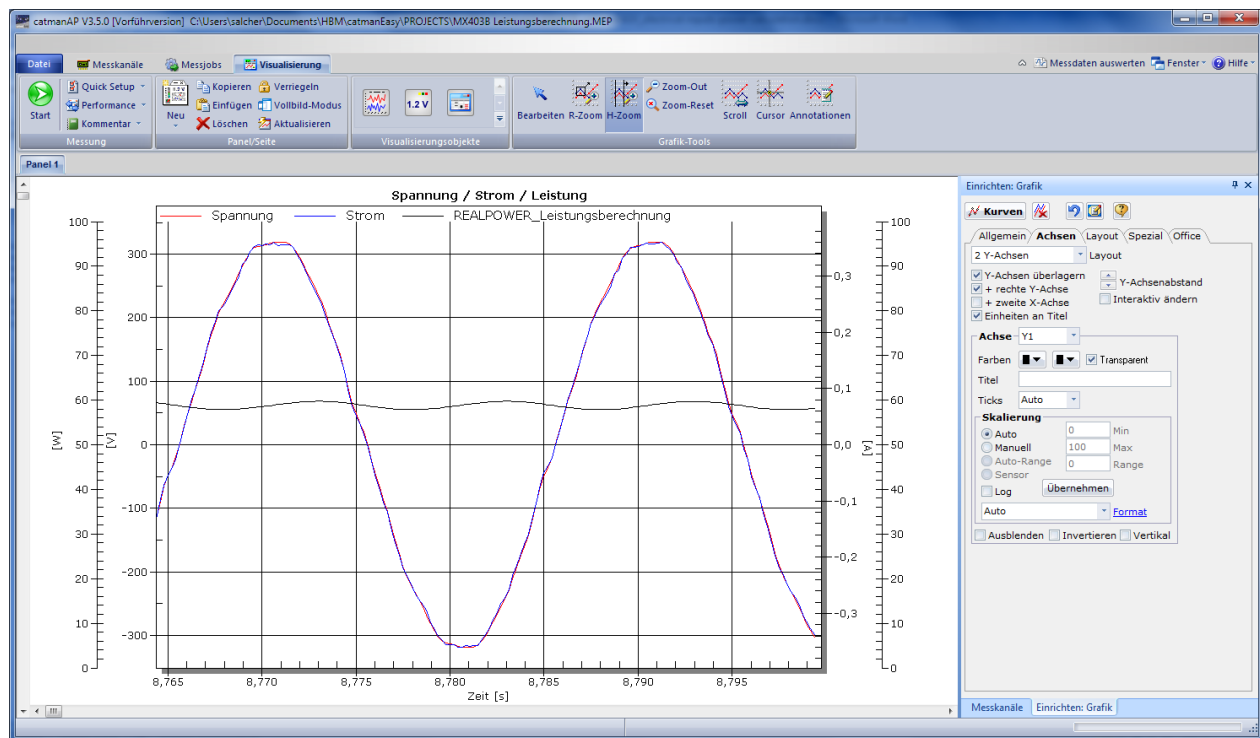
$$\text{POWERFACTOR} = \text{REALPOWER} / \text{APPARENTPOWER}$$

$$\text{PHI} = \arccos(\text{POWERFACTOR}) \cdot 57.29 \text{ um von rad auf } ^\circ \text{ zu kommen}$$

Die Parametrierung der Leistungsberechnung wird folgendermaßen vorgenommen:

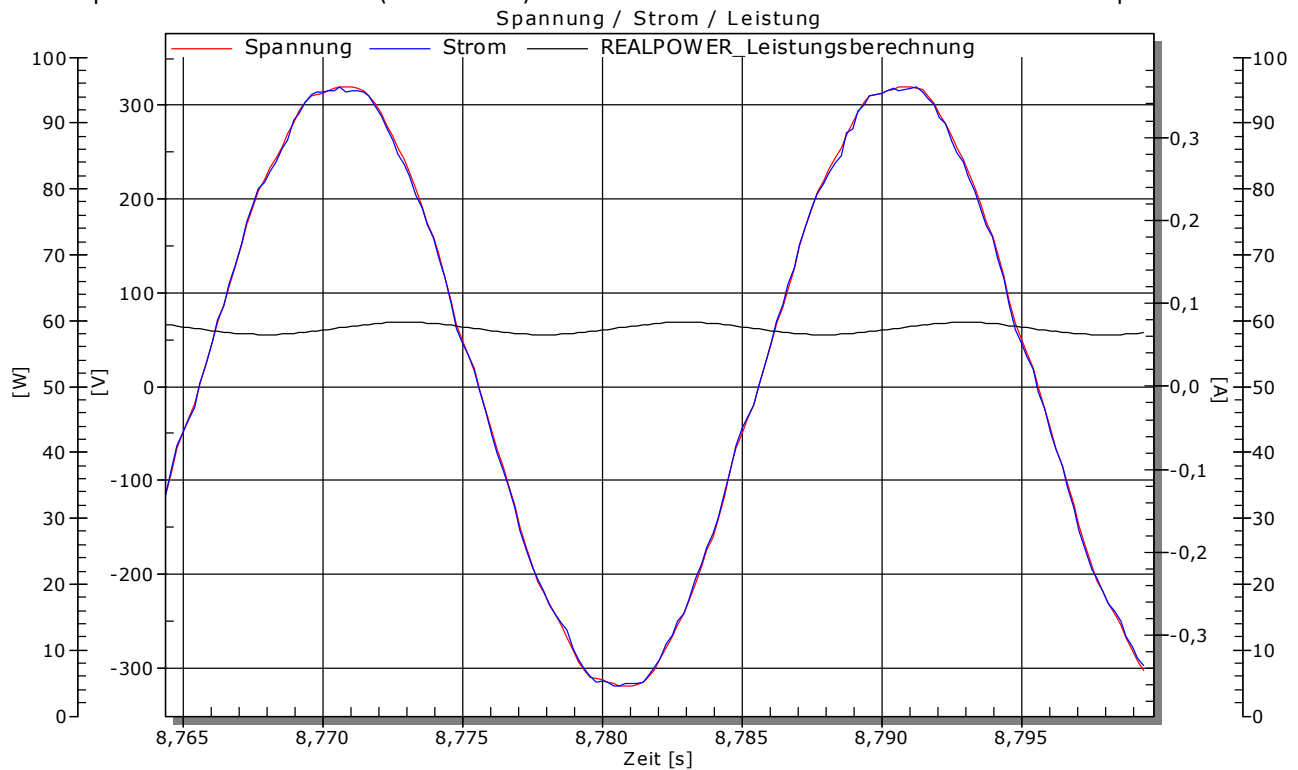


Führen Sie eine Messung mit den neu gewonnen Größen durch:

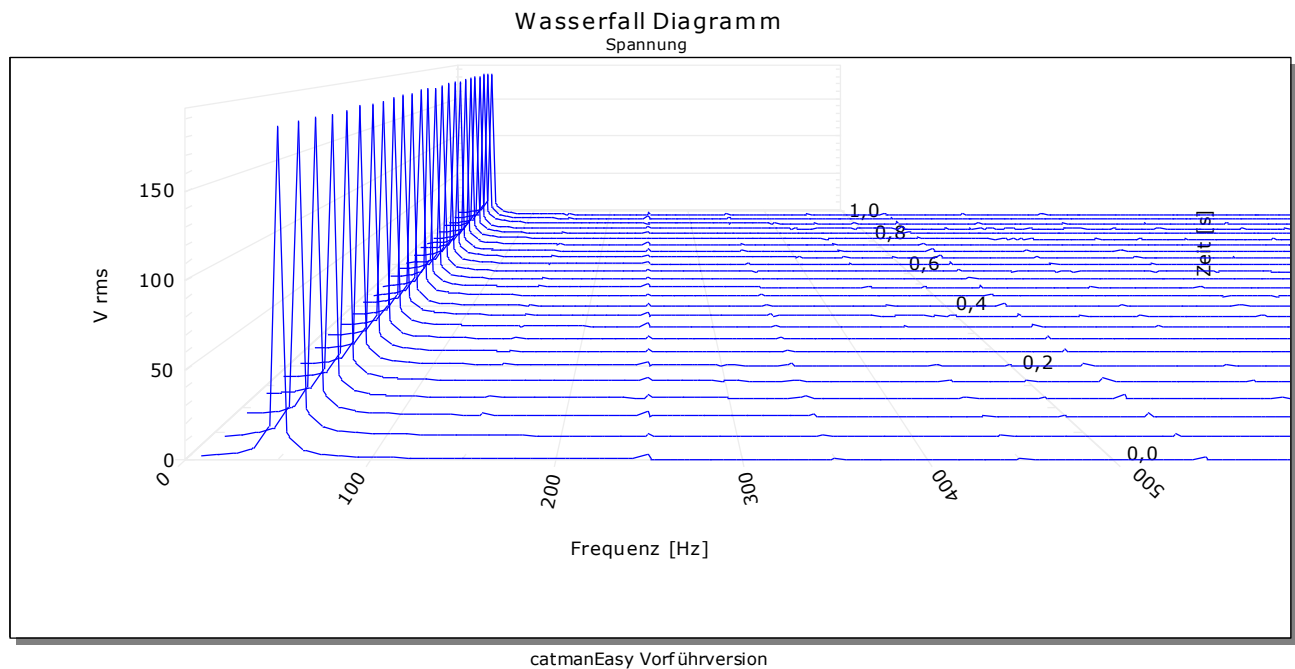


Es handelt sich um eine 60-Watt-Glühlampe.

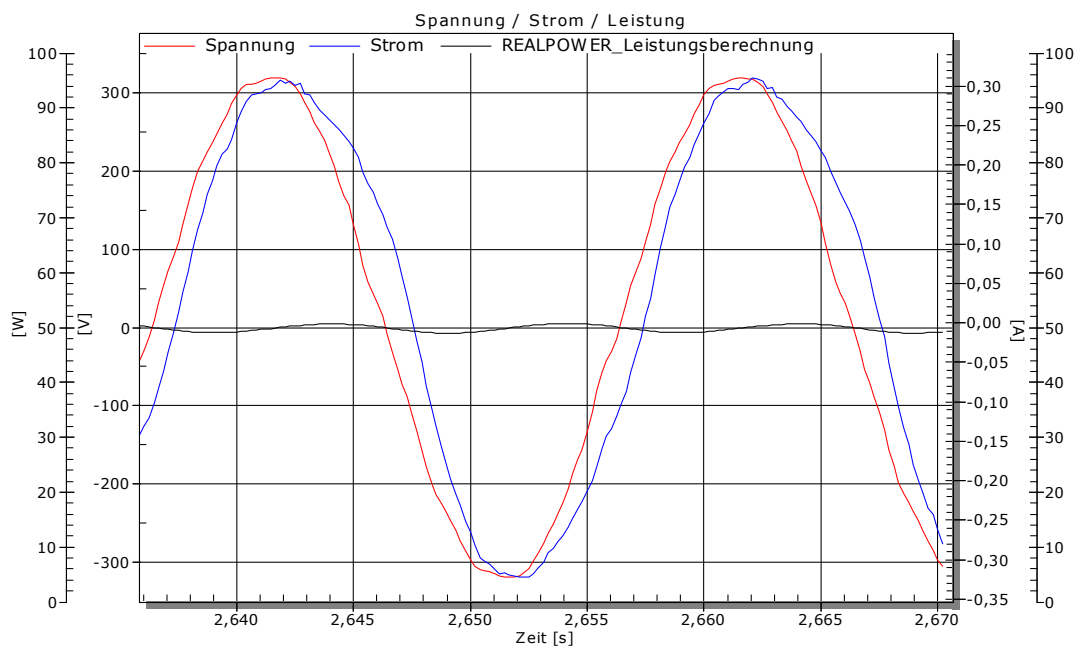
Der Graph kann über Textmarken (Reiter Office) einfach in einen Messbericht nach Microsoft Word exportiert werden.



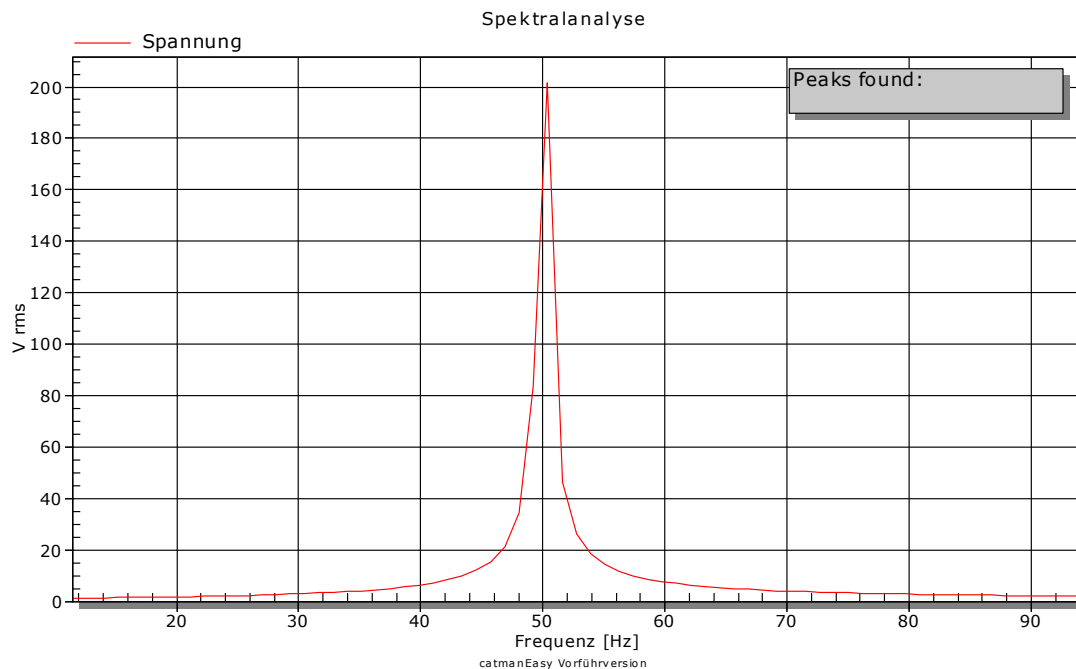
Eine Frequenzanalyse kann in 2D und 3D vorgenommen werden. Hier ein Wasserfall-Diagramm:



Eine Messung an induktiven Lasten zeigt ein anderes Bild – hier ein 50-Watt-Lötkolben:



Führen Sie eine Signalanalyse im Frequenzbereich durch. Basis einer solchen Signalanalyse ist die Fast-Fourier-Transformation (FFT). Sie ermöglicht die Überführung von Zeitsignalen in den Frequenzbereich. catmanEASY kann die Frequenzverteilung eines oder mehrerer Signale anzeigen und auch analysieren. Geforderte Parameter sind hierbei die Anzahl der Messwerte, über die das Amplitudenspektrum berechnet werden soll. Prinzipiell gilt hier, je höher die Anzahl der Messwerte für die FFT, desto genauer die Auflösung. Ein weiterer Parameter ist die Fensterfunktion – diese legt fest, mit welcher Gewichtung die bei der Abtastung eines Signals gewonnenen Abtastwerte innerhalb eines Ausschnittes (Fenster) in die Berechnungen eingehen. Falls der Grafik mehrere Kanäle zugewiesen werden, können die Spektren der Kanäle auch als Vektorsumme angezeigt werden.



Gerade im dynamischen Betrieb sollen oft mehrere Spektren über die Zeit dargestellt werden. Dafür kann das sogenannte Wasserfalldiagramm herangezogen werden, indem fortlaufend Amplitudenspektren dreidimensional gestaffelt dargestellt werden. Die Ansicht kann in allen Richtungen frei gedreht werden.

### Analyse aufgenommener Messdaten

Wechseln Sie in den Modus Datenanalyse (post-process). Die Frequenzanalyse im Post-process-Modus berechnet über die FFT ein Spektrum (Amplituden-, Phasen- oder Leistungsspektrum). Die Berechnung erfolgt u. U. mehrfach über einen Teil der Messwerte, abhängig von der Frequenzauflösung. Der Vorteil dieses Verfahrens ist, dass die zur Verfügung stehenden Messwerte auch dann bestmöglich ausgewertet werden, wenn keine  $2n$ -Anzahl von Messwerten vorliegt. Geben Sie entweder Aus FFT Punkteanzahl für die Frequenzauflösung und die Anzahl der zu verwendenden Werte (Punkte) unter FFT an oder legen Sie die gewünschte Frequenzauflösung fest.

Wenn Sie eine Frequenzauflösung angeben, werden je nach Anzahl der zur Verfügung stehenden Messwerte und der verwendeten Messrate entweder alle Messwerte für eine Berechnung verwendet, oder es können auch hier mehrere Spektren über jeweils einen Teil der Messwerte berechnet werden. In diesem Fall wird anschließend über alle berechneten Spektren gemittelt, außer Sie aktivieren die Option Joint-Time-Frequency-Spectrum erzeugen.

Aktivieren Sie Frequenzdatensatz erzeugen, um den Frequenzkanal auch für den Export zur Verfügung zu haben. Für die Darstellung in einer Übersichtsgrafik wird der Kanal nicht benötigt.



## Das Thema Sicherheit



Ganz allgemein betrachtet ist Spannung nicht fühlbar. Für den elektrischen Strom fehlt dem Menschen die Sensorik (nur die Wirkung wird wahrgenommen). Ein Stromfluss benötigt Spannung als Ursache. Eine hohe Spannung kann schnell leitende Teile überbrücken und fließen. Stromfluss ist tödlich. Ab 10 mA reden wir von der Loslassschwelle, ab 30 mA kann Atemstillstand eintreten – alles in Abhängigkeit von der Stromart, der Einwirkdauer, der Frequenz und der Durchströmung.

### Welche Kategorien von Spannungen gibt es?

<b>Niederspannung</b>	<b><math>\leq 1000 \text{ VAC} / \leq 1500 \text{ VDC}</math></b>
Sicherheitskleinspannung	$\leq 25 \text{ VAC} / \leq 60 \text{ VDC}$
Kleinspannungen ELV	$\leq 50 \text{ VAC} / \leq 120 \text{ VDC}$
Netzspannung	230 VAC, 400 VAC

Der MX403B deckt einen Bereich bis 1000 V AC CAT II oder aber 1250 V DC non CAT ab.

<b>Hochspannung</b>	<b><math>&gt; 1000 \text{ VAC} / &gt; 1500 \text{ VDC}</math></b>
Mittelspannung	$\leq 52 \text{ kV}$
Hochspannung	60kV, 110kV
Höchstspannung	220kV, 380kV, ..., 1150kV

### Der MX403B ist somit kein Gerät zum Messen von Hochspannung!

Das Thema Sicherheit umfasst viele Felder im Umfeld Test & Measurement.

### Wie sind die Messmittel aufgebaut?

Prüfstellen wie z.B. der **VDE** können ein Produkt und dessen Herstellung zertifizieren. In unserem Fall wurde das Produkt QuantumX MX403B vom VDE zertifiziert, wozu neben dem Modulaufbau, der Namensgebung und Hinweisen in der Dokumentation, auch der Produktionsort und das Personal umfassend einem Audit unterworfen werden.

Hier spielen internationale Normen wie die **EN61010** eine wichtige Rolle. Eine Norm beschreibt den aktuellen Stand der Technik, also was vernünftigerweise konstruktiv realisierbar ist. Die EN61010 behandelt Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte.

Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Teil 2: Besondere Bestimmungen für Prüf- und Messstromkreise

Die Norm **EN61010** legt Maßnahmen fest, um die Gefährdungen zu minimieren, welche beim Messen elektrischer Größen auftreten könnten.

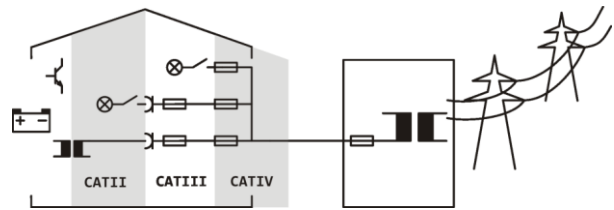
Gefährdungen & konstruktive Gegenmaßnahmen bei:

- Elektrischer Schlag
  - berührbare leitfähige Teile doppelt isoliert
  - verstärkte Isolierung trennt gefährlich aktive Kreise
  - Isolierung aus Luft- und Kriechstrecken oder fest
  - Energie und Signale werden über zertifizierte Wandler übertragen
  - Hochvolt-Größen werden durch Schutzimpedanzen energiebegrenzt
- Mechanische Gefährdung (Gehäuse)
  - keine Verletzung
  - unter Belastung stabil und sicher
- Ausbreiten von Feuer
  - ein im Gerät entstandenes Feuer darf sich nicht ausbreiten
  - keine Lüftungsschlitze

- alle Kunststoffe nicht brennbar

## Messkategorien

Ab Oktober 2013 gilt verbindlich die **neueste Ausgabe 3 der EN 61010**. Die Messkategorie I ist damit Geschichte. Sowohl der Spannungsadapter SCM-HV als auch MX403B wurden bereits nach Ausgabe 3 entwickelt.



Messkategorien beschreiben das **Energievermögen** eines Messortes. So unterscheiden sich die **Quellimpedanzen** und die **Anzahl der Sicherungseinrichtungen** von Kategorie zu Kategorie. Zudem nimmt die Höhe der zu erwartenden Transienten mit steigender Kategorie zu.

Die Spannungsangabe im Zusammenhang mit der CAT-Angabe wird als **Arbeitsspannung** bezeichnet; diese gilt **gegen Bezugs Erde (L-N)**. Bei Phase-zu-Phase (Lm-Ln) gilt für das Versorgungsnetz:

300V (L-N)  $\Rightarrow$  400V (Ln-Lm) Mit dem SCM-HV sind somit auch Phase-Phase Messungen erlaubt!

CAT I implizierte einen sichereren Messort als CAT II. Spätestens seit hohe Batteriespannungen in Elektrofahrzeugen auftreten können, wird aber der Trugschluss deutlich. **Außerhalb der Messkategorien** muss daher neben der Spannungsfestigkeit des Messgeräts dessen Eignung auf die vorhandene Spitzen- und Überspannung, die Schleifenimpedanz und die zu erwartenden Transienten geprüft werden.

### Arbeitsspannung

300V DC / VAC

600V DC / VAC

1000V / VAC

### CAT II

$U_{TR}$  2 500V,  $R_{LOOP}$  100m $\Omega$

$U_{TR}$  4 000V,  $R_{LOOP}$  100m $\Omega$

$U_{TR}$  6 000V,  $R_{LOOP}$  100m $\Omega$

### CAT III

$U_{TR}$  4 000V,  $R_{LOOP}$  20m $\Omega$

$U_{TR}$  6 000V,  $R_{LOOP}$  20m $\Omega$

$U_{TR}$  8 000V,  $R_{LOOP}$  20m $\Omega$

## Wer darf damit arbeiten?

Als Arbeiten unter Spannung (AuS) wird das Arbeiten an unter Spannung stehenden elektrischen Betriebsmitteln mit Betriebsspannungen über 50 V AC oder 120 V DC bezeichnet. Das Arbeiten unter Spannung erfordert besonders geschulte Mitarbeiter (AuS-geschulte Elektrofachkräfte) und besondere Arbeitsmittel.

Das Feststellen der Spannungsfreiheit in Niederspannungsnetzen darf nur eine Elektrofachkraft durchführen.

Elektrofachkraft ist in Deutschland die Bezeichnung einer Person, die Elektrotechnische Arbeiten ausführen und überwachen darf.

Nach EU-Recht ist das so definiert: "Elektrofachkraft ist, wer auf Grund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die ihm übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann." (BGR A 3 ; 2 Begriffsbestimmungen Nr. 6)

### HBM qualifiziert ausgewähltes Personal regelmäßig im Rahmen einer EFK-Schulung.

Damit ein Arbeiten unter Spannung ausgeschlossen werden kann, sind die Sicherheitsregeln einzuhalten:

- Freischalten
- Gegen Wiedereinschalten sichern
- Spannungsfreiheit allpolig feststellen
- Erden und kurzschließen
- Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Das Feststellen der Spannungsfreiheit in Niederspannungsnetzen darf nur eine Elektrofachkraft durchführen.

## Auf was muss sonst noch geachtet werden?

Das „Arbeiten unter Spannung“ setzt „berührbare spannungsführende Teile“ voraus. Daher muss das **richtige** Zubehör verwendet werden. Beim Zubehör muss auf die Messkategorie und auf die Spannungsangabe geachtet werden. Falsches Zubehör macht die konstruktive Sicherheit der Messeinrichtung zunichte!



## Wie muss ich die Angaben im Datenblatt deuten?

**Messbereich:** wichtig in Bezug auf Angaben relativ zum Messbereichsendwert (Genauigkeitsklasse, Linearitätsabweichung, Drift). Zudem wird der Messbereich in der Software catmanEASY wieder verwendet, da eine konventionelle Bezeichnung (z.B. mit 1200 V) zu gefährlichem Handeln auffordern könnte.

**Messkategorie (CAT):** nach Norm ist innerhalb der angegebenen Kategorie eine gewisse maximale Spannung erlaubt. Da bei AC außerhalb des Versorgungsnetzes nicht nur sinusförmige Spannungen vorkommen, ist hier auch die maximale Spitzenspannung zu beachten.

**Transienten:** kurze, selten auftretende Spannungsspitzen. Die Isolierung ist entsprechend den in den jeweiligen Kategorien zu erwartenden Transienten ausgelegt.

**Erfassungsbereich:** ist der Bereich, der maximal noch erfasst werden kann. Wir geben hier z.B. 2000 V an, bei 2001 V liefert der Messverstärker OVERFLOW.

Bei der **Isolation** wird nicht zwischen AC und DC unterschieden; 1000 V CATII bedeuten schlicht, man DARF nur 1000 V AC oder 1000 V DC anlegen (es können Transienten bis 3000 V auftreten, die bis 1200 V erfasst werden).

### Ja aber, wie hoch dürfen denn jetzt die Messsignale am MX403B sein?

Antwort: Hinter einem Netzstecker, also im Bereich CATII maximal mit 1000 V DC oder AC eff gegen Erdpotential und 1000 V AC RMS gegen andere Kanäle (Phase-gegen-Phase).

Vor dem Netzstecker, also im Bereich CATIII maximal mit 600 V DC oder AC eff gegen Erdpotential und 600 V AC RMS gegen andere Kanäle (Phase-gegen-Phase).

Außerhalb des Netzes oder der Messkategorie maximal 1250 V DC oder AC RMS.

Maximale zusätzliche transiente Überspannungen sind bis  $\pm 3000$  V abgesichert.

-- end

**Legal Disclaimer:** TECH NOTES are designed to provide a quick overview. TECH NOTES are continuously improved and so change frequently. HBM assumes no liability for the correctness and/or completeness of the descriptions. We reserve the right to make changes to the features and/or the descriptions at any time without prior notice.