

NEWSLETTER

KBR Newsletter, KW 37/2022

Messfehler !?

Wer viel misst, misst Mist, so ein altes Sprichwort.

Eigentlich müsste es heißen: Wer falsch misst, misst Mist.



Gerade in Zeiten der lauter werdenden Forderungen nach Energieeffizienz, aber auch in vielen anderen Bereichen kann auf das Messen von relevanten Werten nicht verzichtet werden. Denn was nicht gemessen wird, kann weder bewertet noch verbessert werden. Der GAU bei Messungen sind fehlerhafte Messergebnisse. Doch wodurch entstehen Messfehler? In diesem Newsletter beleuchten wir Messungen in der elektrischen Energietechnik und welche Faktoren das Messergebnis verfälschen können.

Als Erstes: Definieren Sie Ihre Erwartung

Stellen Sie sich vor, dass Sie einen Marathon laufen und nach dem Zieleinlauf schauen Sie auf Ihre Stoppuhr. Ist Ihre gelaufene Zeit gut oder schlecht? Die Antwort hängt von Ihrer Erwartung ab. Wenn Sie diese im Vorfeld nicht definiert haben, können Sie weder zufrieden noch enttäuscht sein – Sie hatten kein Ziel.

So verhält es sich auch bei Messungen. Im Vorfeld muss für jede Messstelle eine Anforderung an die Genauigkeit definiert werden.

Hierzu müssen zuerst ein paar Fragen beantwortet werden:

- Ist die Messung abrechnungsrelevant?
- Wird die Messung für den Nachweis einer Norm benötigt?
- Werden die Messwerte in einem Energiedatenmanagementsystem verwendet?
- Werden die Messwerte für eine Regelung benötigt?
- Gibt es eine Norm für meine Messaufgabe?

Falls keine der obigen Fragen relevant ist, bleibt immer noch die Frage: Welche Genauigkeit möchte ich erreichen?

Die Kosten für eine Messung stehen im direkten Zusammenhang mit der Genauigkeit. Wenn pauschal die höchste Genauigkeit definiert wird, schlägt sich dies in den Kosten der Messung nieder. Wer bei dem Aufbau der Messung typische Fehler vermeidet, erreicht bereits mit einer Standard-Messtechnik eine ausreichend hohe Messgenauigkeit.

Messung über Stromwandler

Meist kann der Strom nicht direkt gemessen werden. In solchen Fällen müssen Stromwandler eingesetzt werden. Diese wandeln die zu messenden Ströme in direkt messbare Werte um. Einfach gesagt: Ein Stromwandler funktioniert physikalisch wie ein kleiner Transformator. Doch bei der Auswahl und dem Anschluss dieses unscheinbaren Bauteils liegt ein großes Fehlerpotential. Die Auswahl des Stromwandlers hat einen direkten Einfluss auf die Genauigkeit des Messergebnisses.

Was ist hier zu beachten:

1. Die **Größe des Primärverhältnisses des Stromwandlers** ist auf den zu erwartenden Strom anzupassen. Der erwartete Strom sollte sich im letzten Drittel des Primärverhältnisses bewegen. Beispiel: An der Messstelle fließt ein Strom von ca. 220 A. Ein Stromwandler mit 300 A Primärstrom hätte noch 80 A Reserve und die Messung wäre im letzten Drittel (200 – 300 A) des Messbereiches. Würde dagegen ein 1000 A Stromwandler eingesetzt werden, wäre der Messfehler durch den zu großen Messbereich des Stromwandlers um ca. 50 % höher. Gerade in Schwachlastzeiten kommt es dann zu einer ungenauen Erfassung von Energiemengen.

2. Die **Klasse des Stromwandlers** hängt direkt mit der Genauigkeit der Messung zusammen. Die Klasse gibt den maximalen Amplitudenfehler bei Nennstrom des Primärwertes an. Ein Wandler der Klasse 1 hat einen 10-fach höheren Messfehler als ein Wandler der Klasse 0,1. Meist werden Stromwandler eingesetzt, die die Klasse 1 einhalten. Werden Wandler jedoch nachträglich eingebaut, wird meist auf Kabelumbauwandler zurückgegriffen. Dieser Wandler-Typ hat in der Regel eine schlechtere Klasse von 3 oder sogar nur 5. Stromwandler haben zudem einen Phasenfehler, der ebenfalls von der Klasse abhängt.

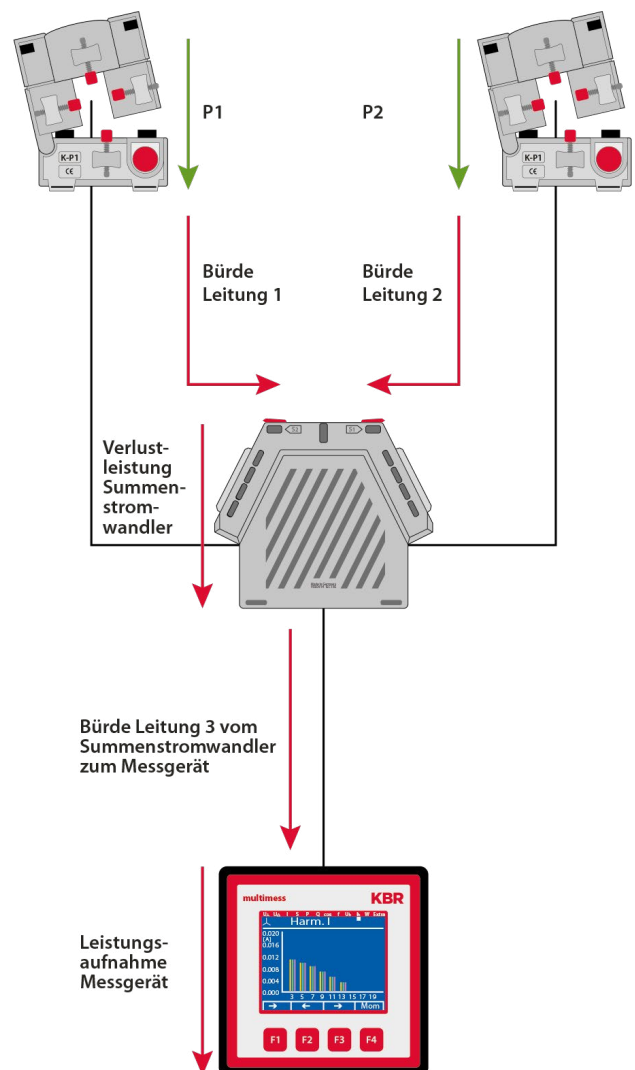
3. Die **Bürde des Stromwandlers** ist ein weiterer Punkt, der zu berücksichtigen ist. Im Fachjargon heißt dies: Der Stromwandler darf weder „überbürdet“ – noch „unterbürdet“ werden. Einfach betrachtet ist die Bürde der ohmsche Widerstand, der an einem Stromwandler maximal angeschlossen werden darf. Die angeschlossene Bürde kann ein Messgerät und die benötigte Anschlussleitung zwischen Messgerät und Stromwandler sein. Wird die angegebene Bürde des Stromwandlers nicht eingehal-

ten, kommt es zwangsläufig zu Messabweichungen. Die Bürde eines Stromwandlers wird als Scheinleistung in VA angegeben. Diese Belastung darf nicht überschritten werden (überbürdet) und sollte auch nicht zu weit unterschritten werden (unterbürdet). Im Gegensatz zu analogen Messgeräten haben aktuelle digitale Messgeräte eine sehr geringe Bürde.

4. Der **Querschnitt der Anschlussleitung** vom Stromwandler zu dem Messgerät ist von der Leitungslänge und der Bürde des Stromwandlers abhängig. Wird der Querschnitt zu klein gewählt, ist ein nicht unerheblicher Messfehler unvermeidlich.

Messung über einen Summenstromwandler

Wenn die Messaufgabe den Einsatz eines Summenstromwandlers erfordert, sind hier ebenfalls Berechnungen über die Bürde notwendig. Zu berücksichtigen sind hier nicht nur die Bürden der Stromwandler, sondern auch die Bürde des Summenstromwandlers und dessen Verlustleistung. Häufig bringen die Stromwandler nicht einmal die Verlustleistung des Summenstromwandlers auf.



Beispielrechnung:

Stromwandler KBU 23, 300/5A, 3,75 VA-Kl. 1	+3,75 VA
Bürde Leitung zum	
Summenwandler 3 m, 2,5 mm ²	-1,07 VA
Stromwandler KBU 23, 300/5A, 3,75 VA-Kl. 1	+3,75 VA
Bürde Leitung zum	
Summenwandler 3 m, 2,5 mm ²	-1,07 VA
Verlustleistung Summenstromwandler	-2,61 VA
Bürde Leitung zum	
Messgerät, 5 m, 2,5 mm ²	-1,79 VA
Leistungsaufnahme Messgerät	-0,30 VA

0,66 VA



Genauigkeit des Messgerätes

Jeder Hersteller gibt als Qualitätsmerkmal die Genauigkeitsklasse seiner Messgeräte an. Die Klassifizierung gibt die maximal zu erwartende Abweichung eines Messwertes vom wahren Wert der zu messenden Größe an. Sie wird in % angegeben und ist die Eigenabweichung über den genormten Messbereich. Bei analogen Messgeräten ist diese einfach zu berechnen.

Beispiel:

Ein analoges Amperemeter kann maximal 100 A messen und hat eine Klasse von 1. Bei gemessenen 100 A wird die maximale Abweichung von 1 % eingehalten. Werden nur 25 A gemessen, so liegt die Abweichung bereits bei bis zu 4 %.

Doch wie verhält sich der Fehler bei digitalen Messgeräten, die keine endgültige Skala haben? Hier ist es komplizierter und die Frage kann nicht mehr pauschal beantwortet werden. Misst ein Messgerät nach Norm, zum Beispiel der DIN EN 61557-12, werden die maximalen Fehler unter anderen bei definierter Umgebungstemperatur, Luftfeuchtigkeit und definierten Oberschwingungen angegeben. Wird das Messgerät außerhalb der Spezifikation betrieben, kann sich auch die Genauigkeit ändern. Zudem müssen in den einzelnen Messwerten unterschiedliche Bemessungs- und Betriebsbereiche angegeben werden. Beispielsweise im Strommessbereich bleibt der angegebene Fehlerbereich gleich, sofern der Messwert zwischen 10 % und 120 % des I_{enn} liegt.

Beispiel: Stromwandler 500/5 A – hier wird innerhalb des Bereiches von 50 bis 600 A die angegebene Genauigkeit des Messgerätes eingehalten. Bei Strömen unter 50 A, etwa in Schwachlastzeiten, kann es zu einem größeren Fehler kommen.

Messwert	Symbol	Genauigkeitsklasse
Spannung	U_{PHN}	0,5 / ± 1 Digit
Spannung	U_{PHPH}	0,5 / ± 1 Digit
Phasenstrom	I	0,5 / ± 1 Digit
Neutralleiterstrom berechnet	I_{NC}	2 / ± 1 Digit
Leistungsfaktor	PF_A	1 / ± 1 Digit
CosPhi der Grundschiwingung		1 / ± 1 Digit
Frequenz	f	0,02 / ± 1 Digit
Gesamt Scheinleistung	S_A	1 / ± 1 Digit
Geamt Wirkleistung	P	1 / ± 1 Digit
Gesamt Blindleistung	E_a	1 / ± 1 Digit
Gesamt Blindleistung Grundschiwingung	Q_a	1 / ± 1 Digit
Gesamt Blindenergie Bezug und Abgabe	Q_a	1 / ± 1 Digit
Spannungsoberschwingungen	U_h	1 / ± 1 Digit
THD der Spannung	THD- R_u	1 / ± 1 Digit
Stromoberschwingung	I_h	1 / ± 1 Digit

Beispiel einer Angabe der Genauigkeit eines Messgerätes

In der Spannung ist dieser Bereich zwischen 20 % und 120 % festgelegt. Somit wird deutlich, warum Messgerätehersteller mehrere Klassen für verschiedene Messwerte angeben.

Fazit

Wie Sie gelesen haben, gibt es einige Fehlerquellen, die zu Messfehlern führen können. Wer bei der Projektierung und dem Aufbau einer Messung die hier genannten Fehler vermeidet, wird Messergebnisse mit einer geringen und daher akzeptablen Abweichung zum tatsächlichen Wert bekommen. Fehler sind immer mit ± angegeben. Dies bedeutet, dass sowohl zu hohe als auch zu niedrige Werte gemessen werden können. Im optimalen Fall heben sich Messfehler gegenseitig auf.

Wenn in der Praxis Messfehler auftreten, liegt der Grund nicht immer an falsch dimensionierten Stromwandlern. Häufig ist eine falsche Verdrahtung des Messgerätes der Grund für die fehlerhaften Messwerte. Hier ist der Messfehler sehr hoch und wird dennoch oft nicht erkannt.

Wie im Vortext schon beschrieben, kann mit einer Standard-Messtechnik eine ausreichend hohe Messgenauigkeit erreicht werden. Messungen im Hause KBR bestätigen dies in der Praxis. Für unser Energiemanagement nach ISO 50001 wird das eigene Energiedatenmanagement **visual energy** betrieben. Unter anderem wird die bezogene elektrische Energie vom Energieversorger gemessen, um die Stromabrechnung zu prüfen.



Die Genauigkeit der eigenen Messwerte wird verifiziert, indem diese mit den Werten des EVU-Zählers verglichen werden. Als abrechnungsrelevante Messung ist die Genauigkeit des Zählers des Energieversorgers als sehr hoch einzustufen. Im monatlichen Vergleich der kWh-Messung des Energieversorgers mit den durch das KBR Messgerät gemessenen Werten liegt die Abweichung bei unter 0,1 %. Gemessen wird mit dem Standard-Messgerät multimes F96 aus dem Hause KBR und Stromwandlern der Klasse 0,5.

Für Fragen zu Ihrer Messaufgabe stehen Ihnen unsere Vertriebsingenieure und unser Produktmanagement gerne zur Verfügung.



Ihr Christian Wiedemann
Europäischer Energiemanager (IHK)
Leiter Produktmanagement KBR GmbH

Ihre Stromversorgung in guten Händen

- ✓ Messtechnik
- ✓ Energieoptimierung
- ✓ Energiedatenerfassung
- ✓ Drittmengenabgrenzung
- ✓ Blindstromkompensation
- ✓ Netzqualität/Netzstörungen



One System. Best Solutions.

