

Messpraxis nach DIN VDE 0113

Bei Messungen nach der so genannten Maschinenrichtlinie (DIN VDE 0113) stehen die Normenvorgaben oft versus der praktischen Durchführbarkeit. Einen solchen Fall schildert auch unser Autor Bernd Schwedler. Seine Messungen an einer Weiche für den Transrapid verliefen zwar erfolgreich. Auf dem Weg zum Prüfprotokoll waren jedoch einige Klippen zu umschiffen.

Im Juli 99 bekam ich einen Hotlineanruf, der im ersten Augenblick wie eine Routinefrage aussah. Der Anrufer wollte Auskünfte zu einem Isolationsmessgerät. Auf die Frage nach dem Einsatzgebiet erklärte er, dass an einer Weiche für die geplante Magnetschwebbahn Transrapid eine Endabnahme messtechnisch durchgeführt werden sollte. Über die Größe der Anlage war zu erfahren: „Es sind 16 verschiedene Schalt- und Steuerschränke, in denen sich Frequenzumrichter, USV-Anlagen sowie verschiedene Steuereinheiten befinden. Aus sicherheitstechnischen Gründen sind alle Einheiten doppelt ausgeführt.“

Die Stahlweiche ist ca. 80 m lang und wird über verschiedene Stellmotoren mechanisch verstellt. Die Steuerung und Überwachung erfolgt über ein Computerprogramm (Bild 1). Da der TÜV es verlangte, sollte nun „auf die Schnelle“ eine Isolationsprüfung durchgeführt werden. Ich versuchte dem Anlagenplaner zu verdeutlichen, welcher Aufwand nötig ist, um alle Messungen normgerecht durchzuführen. Als dem Planer dies klar wurde, nahm er das Angebot für eine Messung inklusive Protokollerstellung dankend an.

Was sagt uns die Norm:

Bei der Messung nach DIN VDE 0113 sind folgende Teilprüfungen durchzuführen:

- Sichtprüfung
- Messung der Durchgängigkeit des Schutzleitersystems
- Messung des Schleifenwiderstandes bei Anlagen über 30 m (neu seit Nov. 1998)
- Messung des Isolationswiderstandes
- Prüfung der Spannungsfestigkeit
- Messung der Restspannung
- Funktionsprüfung.

Was sagt uns die Praxis:

Das Prüfen von Maschinen und Anlagen fängt bereits am Reißbrett an! Bei der Planung einer Anlage sollten sich die Konstrukteure schon über die Notwendigkeit verschiedener Messungen Gedanken machen. Darüber hinaus

empfiehlt es sich, dem ausführenden Monteur Pläne mit Prüfempfehlungen, Prüfabläufe und Prüfpläne mit Messpunkten zur Verfügung stellen. In der Regel warten auf den Prüfenden nämlich keine Steuerungen mit zwei Schützen und drei Klemmleisten sondern komplexe Anlagen – vollgepackt mit empfindlicher Elektronik.

Messung der Weiche inklusive Steuerung

An erster Stelle stand die Besichtigung. Auch hier gilt: Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser! Deshalb wurden auch sporadisch einige Anschlusskästen geöffnet. Es fiel z.B. auf, dass in einem Motoranschlusskasten der Kabelschuh des Schutzleiters auf Farbe geschraubt wurde.

Bei einem weiteren Motor war die Schraubverbindung locker. Die PG-Verschraubungen waren teilweise zu groß. So konnte der IP 54 Schutzgrad nicht erreicht werden. An verschiedenen Schutzleiterverbindungen fehlte der Markierungsaufkleber usw.

Diese „kleinen“ Fehler wurden umgehend beseitigt. Als nächstes wurde die Durchgängigkeit des Schutzleiters verfolgt. Vom Schaltschrank aus wurden die einzelnen Punkte am Maschinenbett oder an den verschiedenen Stellmotoren gemessen (Bilder 2 bis 4). Der Spannungsfall bei Querschnitten von $> 6 \text{ mm}^2$ sollte laut Norm $< 1 \text{ Volt}$ sein. Die Messwerte waren alle kleiner 0,06 Volt.

Stutzig machte jedoch, dass je weiter man sich von dem Bezugspunkt entfernte, sich das Messergebnis kaum veränderte. Der Grund hierfür war schnell gefunden:

Der Schutzleiterwiderstand zum Motor 1 (Entfernung ca. 5m) oder zum Motor 4 (Entfernung ca. 25m) wurde überwiegend durch das parallel mitgeerdete Maschinenbett und nicht durch die Zuleitung $4 \times 6 \text{ mm}^2$ erzeugt. Nach Abklemmen des Schutzleiters am Motorklemmkasten und Einzelmessung des gelb-grünen Drahtes erhöhte sich der Anzeigewert nach Länge der Zuleitung.

Maschinenbett zählt nicht zum Schutzleiter

Will man an großen komplexen Anlagen den tatsächlichen Schutzleiter zur jeweiligen Komponente exakt nachweisen, müsste man teilweise am Endpunkt abklemmen und tatsächlich von A nach B messen!

Hand aufs Herz – wer würde da mitspielen? Zum Nachdenken sollte der vorliegende Fall aber dennoch anregen.

Mir persönlich wäre es egal, wenn ich eine Anlage berühre, bei der auch noch gerade ein Körperchluss aufgetreten ist, über welche Schleife eine Abschaltung der Sicherung erfolgt.

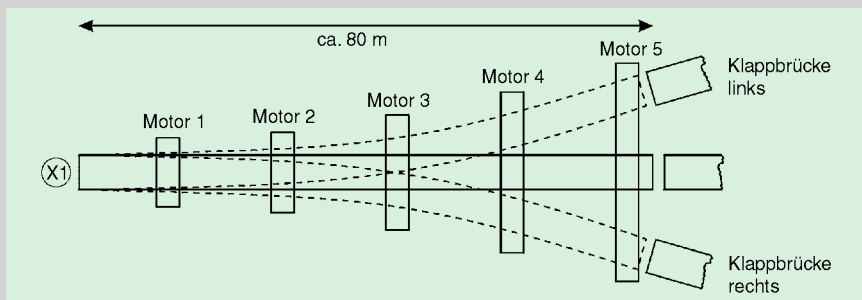
Formell jedoch zählt nach den gültigen Bestimmungen ein Maschinenbett nicht als Schutzleiter. Der Schutzleiter ist die halbe Miete bei jeder Anlage der Schutzklasse 1! Oft wird er ein ganzes Jahr nicht benötigt. Doch wenn man ihn braucht, sollte er da sein!

Der Vorteil bei der Schutzleitermessung ist, dass man sie auch bei laufender Maschine durchführen kann. (Wichtig auch bei Wiederholungsprüfungen!) Das Ohmsche Gesetz liefert eine einfache Grundregel: Bei einem Widerstand von einem Ohm und einem Fehlerstrom von einem Ampere, beträgt der Spannungsfall gerade mal ein Volt!

Die Schutzleitermessung wurde an den markanten und zutreffenden Stellen gemessen und im Messgerät der Reihe nach abgespeichert.



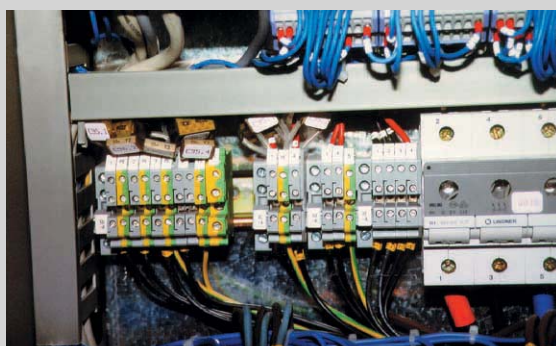
2 bis 4 Die Durchgängigkeit des Schutzleiters wurde an allen relevanten Punkten geprüft



1 Abmessungen der Weiche für eine Transrapid-Trasse



5 und 6 Die Messung der Ableitströme wurde als Alternative zur Isolationsmessung angewandt



7 Gegen Erde geschaltete Ableitkondensatoren sorgten für unzulässig hohe Ableitströme

Prüfprotokoll nach VDE 0113 / EN 60204, VBG 4		Blatt 1 von 2												
Prüfprotokoll Nr.: 00000044		Auftrag Nr.:												
Kunden Nr.: 270799	Prüfung Nr.: 9001													
Grund der Prüfung: ☐ Erstprüfung ☐ Wiederholungsprüfung ☐ Änderung ☐ Instandsetzung ☐														
Beschichtung: ☐ Belagsmittel können den Einflüssen am Verwendungsort standhalten ☒ Kennzeichnung, Anschlußkabel und eventuelle Trennstellen in Ordnung ☒ Keine erkennbaren Schäden ☐ PE, L und N nicht verwechselt ☐ Schutzleiter gegen Selbstblockieren und Korrosion gesichert ☐ Schutz durch Isolierung aller aktiven Teile ☒ Gesamtbleitstrom ca. 650mA verursacht durch Ableitkondensatoren														
Erprobung: Bemerkung: ☐ Not-Aus ☐ Druckwächter ☐ Melde- u. Anzeigevorrichtungen ☐ Verriegelungen ☐ Fluchthelferfeld bei Drehstromstöckchen ☒ PG-Verschraubungen nicht komplett														
Messung Prüfung vom: 27.07.99														
Fabrikat: Beha	Typ: MACHINEmaster 9050	Seriennummer: U34 0192 R												
Fabrikat:	Typ:	Seriennummer:												
Wenn mehrere Messergebnisse für die gleiche Messung gespeichert wurden, ist immer das schlechteste Messergebnis ausgedruckt.														
Durchgehende Verbindung des Schutzleitersystems		Erfüllt												
Messstrom mind. 10 A / 50 Hz Die Prüfung muß zwischen PE-Klemme und verschiedenen Punkten, die Teil des Schutzleitersystems sind, durchgeführt werden. Grenzwerte: <table border="1"> <tr> <th>Überschnitt</th> <th>max. Spannung</th> </tr> <tr> <td>1,0 mm²</td> <td>3,3 V</td> </tr> <tr> <td>1,5 mm²</td> <td>2,8 V</td> </tr> <tr> <td>2,5 mm²</td> <td>1,9 V</td> </tr> <tr> <td>4,0 mm²</td> <td>1,4 V</td> </tr> <tr> <td>> 6 mm²</td> <td>1,0 V</td> </tr> </table>		Überschnitt	max. Spannung	1,0 mm ²	3,3 V	1,5 mm ²	2,8 V	2,5 mm ²	1,9 V	4,0 mm ²	1,4 V	> 6 mm ²	1,0 V	0,180 V Grenzwert: 1,00 V
Überschnitt	max. Spannung													
1,0 mm ²	3,3 V													
1,5 mm ²	2,8 V													
2,5 mm ²	1,9 V													
4,0 mm ²	1,4 V													
> 6 mm ²	1,0 V													
Isolationswiderstand Achtung! Maschine / Anlage vom Netz trennen. Gemessen mit 500V DC, zwischen den Leitern der Leistungskreise und dem Schutzleitersystem.		> 100 MOhm Grenzwert: 1,00 MOhm												
Schleifenwiderstand														
Spannungsprüfung		Technisch nicht durchführbar !												
Mindestens 1s bei 1000V / 50 Hz, Leistung des Trafos 500VA. Schutz gegen Restspannungen Maximale Restspannung: 60 V		0 V (nach 5 s) Grenzwert: 60 V												
☒ Prüfergebn mangelhaft														
Unterschrift:		Verantwortlicher Unternehmer:												
Prüfer: Bernd Schwedler		Ch. Beha GmbH In den Endmatten 14 79286 Glottertal												
kassel 27.07.99 Ch. Beha GmbH, In den Endmatten 14, D-79286 Glottertal		Letzter Prüftermin: 27.07.99 Prüferintervall (Monate): 12 Nächster Prüftermin: 27.07.2000												

8 Das Prüfprotokoll bestätigte die ordnungsmäßige Prüfung der Anlage nach DIN VDE 0113

Isolationsmessung

Die nächste Messung wäre die Isolationsmessung gewesen. Da es sich aber um eine sehr komplexe Anlage mit viel Elektronik und unterschiedlichen Schaltabläufen handelte und die Anlage auch bereits funktionsfähig verdrahtet und Probe gelaufen war, hatte man für die Isolationsmessung keine idealen Bedingungen. Somit wurden nur die Laststromkreise gemessen, die eindeutig zugeordnet werden konnten. Um aber über die gesamte Anlage eine Beurteilung des Isolationswiderstandes abzugeben, entschloss ich mich für eine praxisgerechte Ersatzmessung. Die Anlage wurde durch fachkundiges Bedienpersonal in Betrieb genommen und dabei alle möglichen Schalt- bzw. Steuerzustände durchgeschaltet. Während dieser

Schaltspiele wurden die Hauptschutzleiter mit einer hochempfindlichen und oberwellentauglichen Stromzange überwacht. (Bild **5** und **6**).

Die Stromzange stand in der Funktion „MAX Hold“. Dabei erreichte der Ableitstrom Werte von über 800 mA.

In der Fachwelt gelten ca. 1 mA/kW als „normal“. Die Anlage hätte sofort stillgelegt werden müssen. Nach kurzer Betrachtung der Schaltungsunterlagen stießen wir auf Ableitkondensatoren im Bereich der Frequenzumrichter (Bild **7**). Diese waren gegen Erde geschaltet.

Nach dem Abklemmen der einzelnen Kondensatoren konnte auf der Stromzange die Reduzierung des Ableitstromes beobachtet werden. Dieser konnte nun bis nahe Null reduziert werden.

Das war somit der Beweis: der Ableitstrom war hausgemacht. Der vorhandene Ableitstrom wurde im Prüfprotokoll eingetragen.

Fazit

Sind in einer Anlage Ableitströme infolge Entstörmaßnahmen zu erwarten, müssen diese im Vorfeld klar eingeplant und auch für die Anlage zur Beschriftung vorbereitet werden.

Diese Messung zeigt erneut auf, dass hier Isolationsmessungen technisch nicht durchführbar sind.

Diese Messung wäre mit 500 V erfolgt und hätte einige Teile der Steuerung (z.B. Entstörkondensatoren) beschädigt bzw. zerstört.

Als Ersatz hierfür wird die Differenzstrommessung am Schutzleitersystem durchgeführt.

Grund für viele Ableitströme ist nicht zuletzt das CE-Zeichen, das einerseits einen höheren Grad an EMV-Maßnahmen fordert, andererseits hohe elektrische Sicherheit. Im nächsten Schritt wurde die Restspannung gemessen, indem nach Abschalten und Zeitdauer von 5 Sekunden gezielt an den berührbaren Steckkontakten Messungen vorgenommen wurden. Alle diese Messungen lagen deutlich unter dem geforderten Wert von 60 Volt. Auch diese Ergebnisse wurden im Messgerät abgespeichert.

Auf die Messung bzw. Prüfung der Spannungsfestigkeit wurde verzichtet, da diese technisch nicht mehr durchführbar war. (Bild **8**) Zur Spannungsprüfung noch folgende Anmerkung:

Im Vorfeld ist die Spannungsprüfung (Hochspannungsprüfung mit 1000 Volt / 500VA) eine gute Prüfung für den Nachweis der ausreichenden Luft- und Kriechstrecken! Sie dient weiterhin zum Auffinden von Spleißbrücken, die sich bei der Montage gerne einschleichen. Bei der Spannungsprüfung ist ein Prüfplatz nach DIN VDE 0104 aufzubauen!

Zusammenfassend muss gesagt werden, dass für die Messungen nach den Maschinenrichtlinien ein hoher Bedarf an Aufklärungsarbeit zu leisten bleibt.

B. Schwedler ■

INFO

Autor

Elektromechanikermeister **Bernd Schwedler** ist bei der Fa. Ch. Beha GmbH, Glottertal, tätig. Er betreut die Technische Hotline und leitet Seminare für DIN VDE Schulungen. Weitere Informationen zu den erwähnten Seminaren sind im Internet unter www.beha.de zu finden.

Online-Gewinnspiel

Auf unseren Internetseiten läuft jeden Monat ein neues Gewinnspiel. Unter allen richtigen Einsendungen werden wertvolle Buch- und Softwarepreise verlost. Schauen auch Sie bei uns im Netz vorbei:

www.elektropraktiker.de

Die aktuellen Gewinner sind:

- 1. Preis**
W. P. Riedlsperger, A-5412 Puch
 - 2. Preis**
W. Stark, 80687 München
 - 3. Preis**
A. Dunker, 24943 Flensburg
- Herzlichen Glückwunsch!
Ihre ep-Redaktion