

Dipl.- Ing. / Wirtschafts- Ing. Mitglied im VDI – VDE – BVS

Karl- Heinz Otto

Von der IHK Düsseldorf öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für

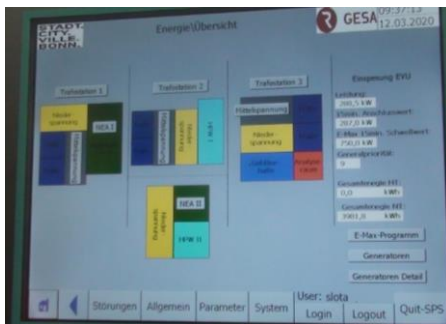
- Elektrische Niederspannungsanlagen
- Leistungs- und EDV- Elektronik



Sachverständigen-Bericht



Projekt Abwasserwerk Stadt Bonn Beul zur KAB-Elektrische-IST-Bestandserfassung- 4KA mit komplexer Untersuchung der elektrischen Anlagen nach DGUV V3



Kommentiert [KO1]:

Kommentiert [KO2R1]:

Düsseldorf, den 24.03.2020

K.-H. Otto öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger

SV Büro K.-H. Otto • Geibelstr 8 D-40235Düsseldorf

Mobil: 0171- 27 654 54 E-Mail:info@sv-otto.de Web:www.sv-otto.de

Projektbezeichnung	Kläranlage Beul
Auftraggeber	Stadt Bonn Tiefbauamt Bestell-Nr.5200089710 Maßnahme BN-2019-118 Sachkonto 529100 Co-Contier 663206 Kreditor 3511044700 Dipl.Ing.Elektrotechnik/Automatisierung/Robotik Michael Fender Bundesstadt Bonn Tiefbauamt Stadthaus, Berliner Platz 2, 53111 Bonn Telefon +49 228 - 77 27 85 Telefax +49 228 - 77 54 81 E-Mail michael.fendel@bonn.de Internet www.bonn.de
Aufgabe	Untersuchung des Abwasserwerks KAB 53225 Bonn Beul Im Niederfeld 1 Herr Dreves Telefon 0160 90898410 als elektrische Ist-Erfassung
Gesprächspartner am 12.03.2020 von 07:05 bis 17:30	Herr Berthols Slota KAB Herr Josef Deves KAB zeitweise Karl-Heinz Otto SV Otto

Karl-Heinz Otto



Ich versichere, das Gutachten nach bestem Wissen unabhängig erstellt zu haben.

Inhalt

1	Zusammenfassung	4
2	Objekt und Untersuchungsgrund	5
1	Fundstellen zur Netzform TN-S und deren Überwachung.....	6
1.1.1	Interne Hinweise des VDE in 2001 zur Mehrfacheinspeisung	7
1.1.2	Interne Hinweise des ZVEI in 2004	8
1.1.3	Bestimmungen des VDE in 2010	8
1.1.4	Zentraler Erdungspunkt (ZEP)	9
1.1.5	Forderungen der Berufsgenossenschaft in der DGUV V3 für ortsfeste Anlagen	12
1.2	Ergebnis der Besichtigungen	13
2	Siemens PAC 3200	14
3	Moeller Moldan Schaltschränke.....	16
4	Schleifenwiderstandsmessung	16
4.1	Der Weg zum Brunnenhaus	16
5	Aufnahme der Stromkreise	17
6	Auswertung der Janitza UMG 512 Messung.....	19
7	Magnetische Felder	24
8	To Do – Liste und Prioritäten	25
9	Speicherchip Dokumentation.....	25
10	Beurteilung	26

1 Zusammenfassung

Grundlagen der Wiederholungs-Prüfung:

- (x) DGUV-V 3 für ortsfeste Anlagen
- (x) Klausel 3602 Feuerversicherungsbedingungen
- () baurechtliche Bestimmungen- Bauordnung (NRWO)
 - Richtlinie des Staatsministeriums des Innern über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen (EltBauR)
 - Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Leitungsanlagen- Richtlinien – LAR)
- (x) VDE 0100, VDE 0108 und weitere mitgeltende Normen
- () DIN EN 50600-2-2
- (x) Prüfprotokoll gem. VDE 0100 Teil 600
- () Blitzschutz nach VDE 0185
- () Allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse für klassifizierte Bauteile - Z-19.15-1597
- (x) Technische Prüfverordnung (NRW TechPrüfVO)
- (x) Funktionsprüfungen und Sichtprüfungen vom 09.und 10.März.2020

Ergebnis:

Die Wirksamkeit und Sicherheit der elektrischen Anlagen des Klärwerkes Bonn Beul, Im Niederfeld 1 sind nach den Untersuchungen am 12. März 2020 und anzuwendenden technischen Regelwerken sichergestellt.

Die installierte Netzform TNC ist an allen drei Trafogruppen aus dem Baujahren 1995/1996 trotz Modernisierung vorhanden.

Die Trafogruppen 2 und 3 sind bereits von der Fa. Schneider erneuert und auch Siemens Messgeräte im Einsatz.

Einen ZEP gibt es in keiner Station. Die VDE 0100 Teil 444 vom Oktober 1999 wird erstmalig auf die Störungsproblematik an elektronischen Systemen in einem TNC-S Netz hingewiesen und das TN-S Netz empfohlen.

Zum Errichtungszeitpunkt 1995/1996 hatte man noch einfache Motoren und wenig Elektronikanwendungen installiert.

Erst ab dem Jahr 2001 mit der intensiven Nutzung der vernetzten Elektronik wurde erstmalig auf die Problematik von parallel geschalteten Transformatoren und der Netzform TNS und einem zentralen Erdungspunkt (ZEP) in internen Papieren des VDE hingewiesen.

Inzwischen schlagen auch die Berufsgenossenschaften eine „Online-Überwachung“ im Sinne der DGUV V3 vor, um erste Fehler im elektrischen System feststellen zu können.

Ein überwachtes TNS-System ist daher mit den vorhandenen Anlagen der KAB zu ertüchtigen, um ein Streustromarmes Erdungssystem zu errichten.

Alle Hauptverteilungen sind bereits für ein TNS-System konzipiert, aber leider nicht genutzt.

Ein ZEP pro Station muss nachgerüstet und auch überwacht werden. Zu den Unterverteilungen liegen bei den größeren Querschnitten alle mit 5-adrige Leitungen. Die Abschaltbedingungen durch Einstellung der installierten Schutzschalter sind sehr selten erfüllt.

Weitere Fehler in den nachgeschalteten Verteilungen müssen gefunden und beseitigt werden.

Seite 5: KAB Bonn Beul elektrische Bestandserfassung

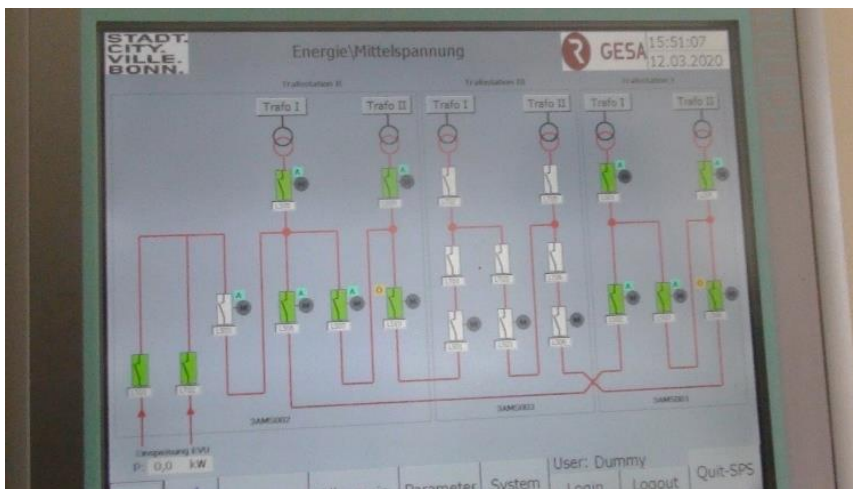
Dies ist notwendig, da inzwischen umfangreiche elektronische Systeme der Antriebstechnik, Datenverarbeitung, Messtechnik und Gebäudeüberwachungen eingebaut sind.

Der Sinn eines „Bestandschutzes“ ist in der VDE nicht vorgesehen.

Personengefährdende Punkte des Berührungsschutzes wurden nicht festgestellt.

2 Objekt und Untersuchungsgrund

Auf der rechten Seite des Rheins ist die Kläranlage Beul mit 3 elektrischen Stationen und weitläufigen Kläranlagen errichtet.



In der 11 kV Ebene sind die Stationen 1+2 mit Giesharztransformatoren 1000kVA in drei Gruppen im Dreieck geschaltet und mit komplexen Schutzgeräten ausgerüstet. Die Station 3 hat 2 Transformatoren a 400 kVA. Alle Trafos haben durch Zusatzlüfter auch die Möglichkeit höhere Energien zu liefern. Zusätzlich werden die Lastgänge mit Ampère-Anzeige elektronisch dargestellt. Die Auslastung war zum Zeitpunkt der Messungen gering. Eine Netzersatzanlage konnte zum Test hochgefahren werden und wurde so messtechnisch erfasst.

Der Grund für die Untersuchung war ein Brand in einem Kabelschacht der Station 3 der Kläranlage Bonn-Beul, welcher hohe Kosten verursacht hat.



Durch Verbesserung der bestehenden Elektroinstallation auf ein überwachtes TNS -System und einer permanenten Online-Überwachung sollten zukünftige Schäden verhindert werden.

In einer im Kabelschacht liegenden Muffe war ein Schaden verursacht.

Seite 6: KAB Bonn Beul elektrische Bestandserfassung

Zusätzlich wurden von den auf allen untersuchten Klärwerken der Stadt Bonn nicht erklärbare Störungen durch den Umrückerbetrieb und Messwertstörungen beobachtet, welche den Betrieb der Klärwerke beeinträchtigen.

Alle verantwortlichen elektrotechnischen Mitarbeiter der Klärwerke waren hoch motiviert und haben mich bei der Untersuchung konstruktiv begleitet und die Vorgehensweise der Betriebsaufrechterhaltung durch systematische Messtechnik gelernt.

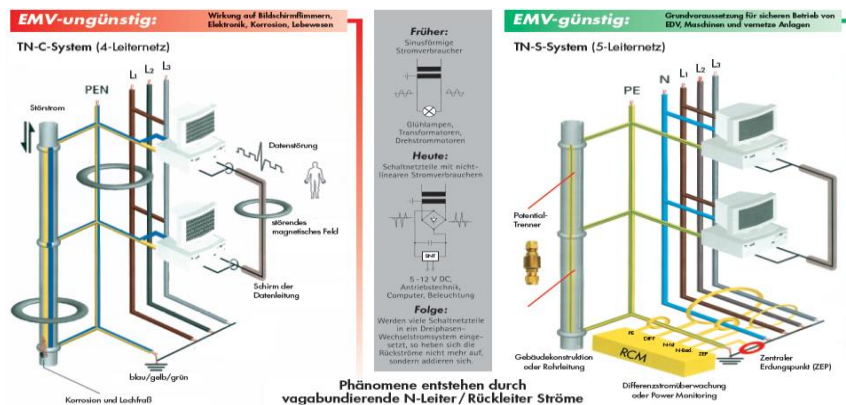
Es sind bessere Hilfsmittel der mobilen Messtechnik notwendig, um auch die Nachhaltigkeit einer Netzverbesserung sicher zu stellen.



1 Fundstellen zur Netzform TN-S und deren Überwachung

Dieser Abschnitt gilt für alle 4 Liegenschaften. Jede Kläranlage erhält aber einen eigenen Bericht, aus dem die örtlichen Verhältnisse des jeweiligen Standortes hervorgehen.

Das übergebene Poster dient zum Verständnis des geschlossenen Stromkreises und der Phänomene durch moderne Verbraucher durch Schaltnetzteile und Umrücker.



Obwohl alle vorgefundenen NSHVN mit getrennter N und PE-Schiene ausgerüstet sind, wird grundsätzlich ein TN-C-System genutzt, bei dem N und PE direkt an den Transformatoren gebrückt sind und zusätzlich an jedem Einspeisepunkt NSHV.

Dadurch vagabundieren je nach N-Leiterbelastung Rückleiterströme auf den Erdungssystemen und verursachen unerwünschte Effekte bezüglich Korrosion, Funktionsstörungen an elektronischen Systemen.

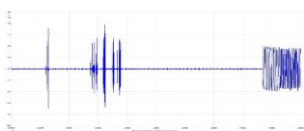
Effekte der vagabundierenden überschwingungsbehafteten Rückleiterströme N auf Erdungs- und Potentialausgleichsleiter sowie Schirmungen und Blitzschutz

EDV + Kommunikationsstörungen in

- Informationsanwendungen
- Sicherheitstechnik
- Industrie 4.0
- Smart Home Anwendungen
- Medizinischen Bereichen

Phänomene

- Datenübertragungsstörungen
- Nah-Nebensprechen
- EDV – Abstürze
- Brummen akustischer Signale
- Bildschirmflimmern
- Heruntersetzen der Übertragungsraten
- Fehlfunktionen
- Sternpunktverschiebungen
- Blitzschäden

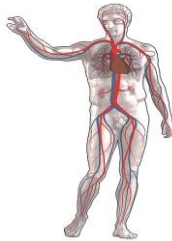


Wirkung auf Lebewesen

- Magnetische Felder
- Elektrosensibilität
- Vegetatives Nervensystem

Phänomene

- Schlafstörungen
- Innere Unruhe
- Unspezifizierte Störung in der Tierhaltung
- U.v.a.m.



Wirkung auf die Technik

- Schnelle Korrosion
- Messwert-Verfälschung
- Produktionsaussetzer
- Kugellager-Verschleiß

Phänomene

- Umrichterstörungen
- Sensorik spinnt
- BUS-Systeme arbeiten langsam
- Programmabstürze
- Blitzschäden
- Überspannungsprobleme bei KU
- Beleuchtungsfimmern
- Rau laufende Kugellager



Erstmals wurde 2001 beschrieben warum es im TN-S System nur einen Verbindungspunkt zwischen N und PE geben darf. In fast allen untersuchten vier Kläranlagen waren sowohl die Trafos mit N und PE verbunden als auch die Einspeisungen in den nachfolgenden NSHV-en.

1.1.1 Interne Hinweise des VDE in 2001 zur Mehrfacheinspeisung

DKE 221_244-2001	DKE 221_1_177-2001
DKE 221_2_174-2001	DKE 221_3_45-2001
DKE 221_4_44-2001	

Beratungsergebnis der 3. Sitzung des Ad-hoc Arbeitskreises „Mehrfacheinspeisung von TN-Systemen“, am 27. Juni 2001 in Erlangen

Teilnehmer:

Herr Flügel	UK 221_4	Uni-Köln/Prof. Chaboté	Berlin
Herr Doppe	AK 221_2.4	TUV Südk	Mannheim
Herr Hendel	UK 221_1(Edererführer)	Siemens AG	Stuttgart
Herr Blaupöck	UK 221_1	Siemens AG	Erlangen
Herr Lange-Schick	Sprecher IEC/CLEC 64	RWE Plus	Essen
Herr Debb	Secretary TC 64	Siemens AG	Erlangen
Herr Büttlich	UK 221_1	Siemens AG	Erlangen
Herr Schöneke	UK 221_1	GDV V&S	Köln
Herr Schütze	UK 221_1	ZVEH	Coblenz
Herr Süßwass	UK 221_4		Düsseldorf

Herr Fassbinder
Herr Koblog
Deutsches Kupferinstitut,
Siemens AG Erlangen z. KL

Wie im Ergebnisbericht der 9. Sitzung des UK 221.1 unter TOP 8.5 festgelegt, trafen sich die im Teilnehmernkreis genannten Herren zur erneuten Überarbeitung des Maintenance protocols zur Mehrfacheinspeisung im TN-System.

Auf Grund der Komplexität der Thematik war zu Beginn der Sitzung einiger Erläuterungsbedarf bei den Teilnehmern zur Synchronisierung der Meinungen erforderlich.

Der Ad hoc AK ist einmütig der Überzeugung, daß die nachfolgenden Bilder 1 von 3 bis 3 von 3 in IEC 60364-3 und Bild 1 von 1 in IEC 60364-4-44 aufgenommen werden sollen.

Zum besseren Erklären der Thematik wird für den deutschen Sprecher bei IEC eine POWER POINT-Dokumentation ausgearbeitet, um den internationalen Kollegen die Details zu erläutern.

Der weitere Verlauf der Arbeiten wird UK 221.1 festgelegt.

Nachfolgend die neu überarbeitete Version.

Gez. Friedrich Hendel

1. Mehrfacheinspeisung in TN-Systemen

Für Systeme mit Mehrfacheinspeisung sind detaillierte Abbildungen bislang im Normenwerk IEC 60364-3 nicht verfügbar. Sie werden hier vorgeschlagen und begründet.

Bei ungeordnetem Aufbau einer Mehrfacheinspeisung in TN-Systemen können die Teilbetriebsströme (Rückleiterströme) sich über den Potentialausgleich und fremde leitfähige Teile in der Elektroinstallation von Gebäuden verteilen. Diese Teilbetriebsströme wirken sich negativ im Bezug auf

- Brandschutz
- Korrosionsschutz
- EMV

aus. Um diese Teilbetriebsströme zu vermeiden, hält es der Ad-hoc AK für notwendig, Beispiele für TN-Systeme mit Mehrfacheinspeisung in der IEC 60364-3 bildlich darzustellen.

Im Bild 1 von 3 des vorliegenden Protokolls, ist ein teilbetriebsstromfreies System dargestellt. Die Rückleiterströme fließen in den isolierten Neutral- und PEN-Leitern zu den Sternpunkten der Stromerzeuger zurück.

Die wesentlichen Anforderungen an den Aufbau eines TN-S-Systems mit Mehrfacheinspeisung sind:

- Die Sternpunkte der Stromerzeuger dürfen nicht direkt mit Erde verbunden werden
- Die Sternpunkte der Stromerzeuger müssen über isoliert verlegte Leiter in die Niederspannungshauptverteilung (NSHV) geführt werden.
- Dieser Leiter ist als N_{PE}-Leiter zu kennzeichnen, da er eine Betriebsfunktion (N-Leiter) und im Fehlerfall eine Schutzfunktion (PE-Leiter) erfüllt
- Die N_{PE}-Schiene darf in der NSHV und somit im gesamten System nur einmal an zentraler Stelle mit Erde verbunden werden.
- Der PE darf beliebig oft mit Erde verbunden werden.

Anmerkung:
Im Betriebsfall hat der PEN-Leiter ausschließlich N-Leiterfunktion. Im Fehlerfall führt dieser Leiter zusätzlich den Fehlerstrom bis zur Abschaltung und hat somit PE-Leiter-funktion.

1.1.2 Interne Hinweise des ZVEI in 2004

ZVEI hat das Thema 2004 ebenfalls in einer Veröffentlichung untergebracht. Die Hinweise sind korrekt und der Inhalt kann aus sachverständiger Sicht unterstützt werden.

Situation in Niederspannungs-Schaltanlagen in Gebäuden mit informationstechnischen Anlagen bei Mehrfachinspeisung

TN-S-System

bedingt empfohlen

Vagabundierende Ströme werden nur durch 4-polige Schalter in Erdoberung und Koppelung vermeiden.

Anmerkung:

- Die Erdoberungen nicht parallel betreiben.

TN-S-System mit isoliert verlegtem PEN

empfohlen

Kette vagabundierender Ströme!

Anmerkungen:

- Es sind ausschließlich 3-polige Schaltgeräte zu verwenden, da PEN-Leiter nicht geschaltet werden dürfen.

Weitere Anmerkungen:

- Eine grünyelb gelbemischte Brücke zwischen isoliert verlegtem PEN und PE an beliebiger Stelle in der Schaltanlage ist der Zentrale Erdungspunkt (ZEP).
- Zusätzlich sollte ein Hinweis angebracht werden: Beim Entfernen der Brücke wird die Schutzmaßnahme aufgehoben.
- Am isoliert verlegten PEN sind die abgehenden N-Leiter bzw. N-Verteilerschienen anzuschließen.
- Die Trafobox wird mit dem PE der Schaltanlage oder dem Potentialausgleich verbunden. (Leitungsstrich beachten)

Zusammenfassung:

Durch die nötige Welt die Netzsysteme und die entsprechenden Erdungsanpassungen bezogen auf den Trafotransport sind vagabundierende Ströme vermeidbar.

Aus Gründen des Personen- und Sachschutzes sollte der PE in der Schaltanlage so oft wie möglich mit geerdeten Leitern verbunden werden.

Bei Einfachspeisung ist ein TN-S-System oder generell, insbesondere bei Mehrfachspeisungen, ein TN-S-System mit einem zentralen Erdungspunkt (ZEP) vorzuziehen.

Für die Verbindung vom Trafotransport zum ZEP muss der PEN in gesamten Verlauf isoliert verlegt werden.

Der niederfrequent geerdete N-Leiter, obwohl er zu den aktiven Leitern gehört, und der PEN-Leiter sind nicht berührungssicher. Daher müssen diese Leiter in der Schaltanlage nicht berührungsgeschützt verlegt werden.

Zur Vermeidung von niederfrequenten inductiven Feldern in der Schaltanlage sollte der PEN-N-Leiter möglichst nahe den Außenleitern geführt werden.

Was sind vagabundierende Ströme?

In der Literatur findet man immer häufiger den Begriff "Vagabundierende Ströme". Ströme die betriebsmäßig nicht über das elektrische Leitungsnetz L1, L2 und N, PEN fließen bezeichnen man auch als vagabundierende Ströme.

Welche Wirkungen haben vagabundierende Ströme?

Die vagabundierenden Ströme beeinträchtigen den Sachschutz durch:

- Korrosion, Lochfraß
- Sender von störenden Magnetfeldern
- Erkennung von niederfrequenten Feldern oder Spannungserhöhlungen

Schleife von Signalabläßern können entstehen, falls sie keine ausreichende Stromtragfähigkeit haben.

Diese Ströme sind nicht nur, wenn und sind schon immer vorhanden.

Der Einfluss der geerdeten Neutralleiterleitung (siehe ZVEI Broschüre "Ausgang Neutralleiter", herausgegeben durch nichtferre Metalle) spielt bei den vagabundierenden Strömen eine immer größere Rolle.

Mit der sich immer weiter entwickelnden Vernetzung von Kommunikation und Energie muss bei der Auslegung der elektrischen Installations die Funktionalität des Sachschutzes beachtet werden, ohne den Personenschutz zu vernachlässigen!

Welche gesetzlichen und normativen Festlegungen gibt es:

EMV Gesetz
EMV Richtlinie 89/336 EWG
Schutzziel: Elektrische Geräte müssen in einer definierten Umgebung bestimmungsgemäß funktionieren, ohne dass sie andere Geräte stören oder durch sie gestört werden.

DIN VDE 0100-444 / IEC 60364-4-44:1996
443.3 Maßnahmen
„Maßnahmen, die gegen elektrische und magnetische Einflüsse auf elektrische Betriebsmittel zutreffen sind.“

Alle elektrischen Betriebsmittel müssen die angemessenen Anforderungen für elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und die zutreffenden EMV-Normen erfüllen.“

Planer und Errichter der elektrischen Anlagen müssen zur Minderung der Auswirkungen induzierter Überspannungen und elektromagnetischer Störungen (EM) die Abschnitte 444.3.1 – 444.3.15 beachten.

DIN VDE V 9000 Teil 2-948 (Normen)
443.3 Elektrische Anlagen von Gebäuden – Erdung und Potentialausgleich für Anlagen der Informationstechnik mit PEN Leitern in Gebäuden

„In Gebäuden, in denen eine bedeutende Anzahl von Betriebsmitteln der Informationstechnik installiert wird, oder in denen dies zu erwarten ist, müssen Überlegungen zur Aufhebung von PEN Leitern in Schutzleiter (PE) und Neutralleiter (N) hinter dem Erdspeisepunkt angestellt werden, um die Möglichkeit von Problemen mit der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) (in besonderen Fällen auch von Überspannungsproblemen) auf den Schemen der Signalanlagen zu reduzieren.“

Diese Probleme können von Neutralleiterströmen auf den Signalanlagen verursacht werden.“

Situation in Niederspannungs-Schaltanlagen in Gebäuden mit informationstechnischen Anlagen bei Einfachspeisung

TN-S-System

Für Neuanlagen empfohlen

Kette vagabundierender Ströme!

TN-C-S-System

Nicht empfohlen

Vagabundierende Ströme sind nicht zu vermeiden!

Anmerkung:

- Die Brücke zwischen PEN und N ist blau zu kennzeichnen.

TN-S-System mit isoliert verlegtem PEN

empfohlen

Kette vagabundierender Ströme!

Anmerkungen:

- Eine grünyelb gelbemischte Brücke zwischen isoliert verlegtem PEN und PE an beliebiger Stelle in der Schaltanlage ist der Zentrale Erdungspunkt (ZEP).
- Zusätzlich sollte ein Hinweis angebracht werden: Beim Entfernen der Brücke wird die Schutzmaßnahme aufgehoben.
- Am isoliert verlegten PEN sind die abgehenden N-Leiter bzw. N-Verteilerschienen anzuschließen.
- Die Trafobox wird mit dem PE der Schaltanlage oder dem Potentialausgleich verbunden. (Leitungsstrich beachten)

ZVEI: Automation

Tritz großer Sorgfalt keine Haftung für den Inhalt.

ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikberufe e.V.
Fachverband Automation
Fachbereich Schaltanlagen, Schaltanlagen, Schutzmaßnahmen
Fachkreis Niederspannungs-Schaltanlagen
Günther Bernd

Strosemannstraße 19
60508 Frankfurt am Main
Fon: 069 6302-323
Fax: 069 6302-395
Mail: kern@zvei.org
www.zvei.org/automation

ZVEI: Automation

Juli 2004

1.1.3 Bestimmungen des VDE in 2010

In fast allen neueren VDE-Bestimmungen wird das TN-S-System als Pflicht eingeführt und auch die Umrüstung sowie Überwachung empfohlen.

DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444):2010-10

444.4.3.2 Anlagen in neu zu errichtenden Gebäuden müssen von der Einspeisung an als TN-S-Systeme errichtet werden (siehe Bild 44.R3A). In bestehenden Gebäuden, die bedeutende informationstechnische Betriebsmittel enthalten oder wahrscheinlich enthalten werden und die aus einem öffentlichen Niederspannungsnetz versorgt werden, sollte ab dem Anfang der Installationsanlage ein TN-S-System errichtet werden (siehe Bild 44.R3A).

ANMERKUNG Die Wirksamkeit eines TN-S-Systems kann durch die Verwendung einer Differenzstromüberwachungs-einrichtung (RCM) nach **DIN EN 62020 (VDE 0663):2005-11** unterstützt werden.

444.4.3 TN-System

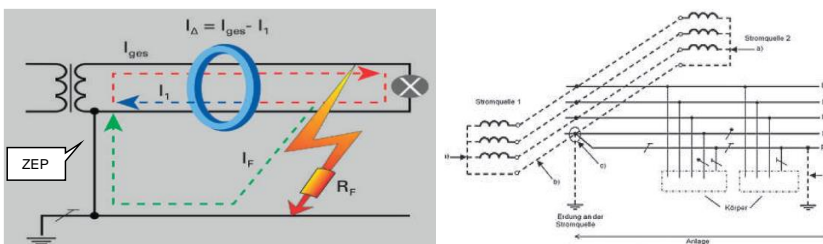
Um die elektromagnetischen Beeinflussungen zu minimieren, gelten die folgenden Unterabschnitte.

444.4.3.1 TN-C-Systeme dürfen in neu errichteten Gebäuden, die eine wesentliche Anzahl von informationstechnischen Betriebsmitteln enthalten oder wahrscheinlich enthalten werden, nicht verwendet werden. Es wird empfohlen, in bestehenden Gebäuden TN-C-Systeme nicht beizubehalten, wenn diese Gebäude eine wesentliche Anzahl von informationstechnischen Betriebsmitteln enthalten oder wahrscheinlich enthalten werden.

ANMERKUNG In einer als TN-C-System errichteten Anlage sind über den Potentialausgleich anteilige Last- oder Fehlerströme in metallenen Infrastrukturen (z. B. Rohrleitungen, metallene Konstruktionsteile) und fremden leitfähigen Teilen der Gebäudekonstruktion zu erwarten.

1.1.4 Zentraler Erdungspunkt (ZEP)

Der Weg des geschlossenen Stromkreises in einem System ist gedanklich in dem Einliniendiagramm zu verfolgen. An geeigneter Stelle, welche zugänglich und auch messtechnisch zu erfassen ist, sollte die einzige Verbindung zwischen N und PE als ZEP geschaffen werden.



Dies gilt für die Hauptstromversorgung, aber auch zunehmend für Steuerstromkreise sowohl AC als auch DC. Am ZEP darf maximal ein Strom im 50Hz bis 150Hz-Bereich von 0,2% der durchschnittlichen Außenleiterströme fließen.

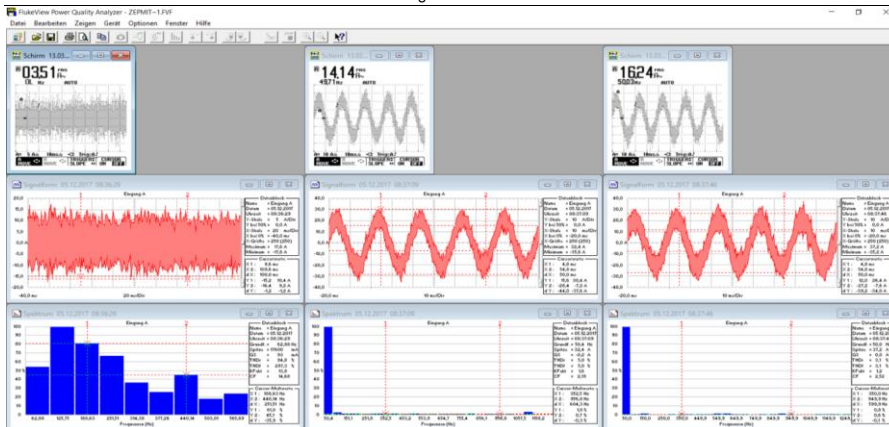
Eine einfache Addition der Einzelströme geteilt durch 3 gibt die Vorgabe.
Beispiel: 100A, 50A, 50A = 200 A : 3 = 66,6A = 133mA.

Sind viele Umrichter und elektronische Verbraucher im System vorhanden, können bei nicht guter Anordnung der Filter auch Ströme mit höherem Frequenzbereich auftreten.

Beispiel einer ZEP Messung mit vielen Umrichtern im TN-S Netz

In dieser Messung ist ein breites Streuband auf dem Sinus vorhanden, welches sich auch auf dem eingepprägtem Prüfstrom 50 Hz wiederfinden lässt.

Der 3,51A Strom zeigt ein typisches HF-Breitband-Verhalten des Stromes, welches von der Kondensatorbeschlaltung der Umrichter und Schaltnetzteile abhängig ist.



So sind in diesem Beispiel 3,51 A Fehlerstrom mit hohem HF-Anteil vorhanden.

Der HF Anteil setzt sich auf den 50 Hz-Prüfstrom und ergibt 14,14 A und 49,71Hz. Nach der Drehung um 180° sind 16,24A mit 50,03Hz gemessen worden. Die Differenz ergibt in diesem Beispiel 2,1 A Fehler im 50Hz-Bereich.

Für eine normale Elektroanlage ein zu hoher Fehler, im Industriebetrieb mit vielen Umrichtern fast ein normaler Zustand.

Durch Messung mit dem Prüfrafo zwischen N und PE addiert sich der Fehlerstrom zu dem 50Hz-Prüfstrom. Dreht man die Polarität durch Vertauschen der Adern um, gibt es einen zweiten Wert. Die Differenz zwischen beiden gemessenen Strömen stellt den tatsächlichen Fehler mit relativer Sicherheit im 50Hz-Bereich fest.

Der ZEP muss daher in der Planung/ Netzertüchtigung durchdacht und festgelegt werden. Sind zwei Einspeisepunkte vorhanden, wird der ZEP in der Regel im vorhandenen Kuppelfeld als Prinzip der Spannungswaage eingebaut.

Der ZEP ist als einzige geplante Verbindung zwischen N und PE in der gesamten Liegenschaft vorhanden.

Einfache Regel: alle N auf N und PE kann so oft es geht mit PE u PA verbunden werden.

Mit der ZEP-Messung, als einzige geplante Verbindung zwischen dem N und dem PE lassen sich erste Fehler durch

- Installation
- Feuchtigkeit
- Schmorschäden
- Lichtbögen
- Alterung

mittels der Isolationsüberwachung sicher erkennen.

Die Vorteile des IT-Netzes werden mit dem TN-Netz als TN-S-System genutzt.

Die Überwachung des ZEP mit einem Web-Serverkanal und Aufzeichnungsmöglichkeit im schnellen Modus, als integrierte Web-Serverlösung, stellt die Online-Überwachung dar.

Seite 11: KAB Bonn Beul elektrische Bestandserfassung

Je nach verwendetem Messgerät ist auch eine Ereignisaufzeichnung mit Kurvenformdarstellung möglich. Die Messgeräte sind in den letzten Jahren preiswert und sehr leistungsfähig geworden. Die dazugehörige Software und Weitermeldemöglichkeit sowie die Beobachtungsmöglichkeit müssen mit geplant werden.

Ganz frisch auf dem Markt gibt es auch z.B. MID Zähler UMG 96 PA des Herstellers Janitza in geeichter Form.

**4-IN-1
VIER FUNKTIONEN - EINE LÖSUNG**

Intuitive Benutzerführung
Hochwertiges Farbgrafik-Display mit benutzerfreundlicher Menüführung.

Peripherie
Zusätzliche Nutzungsmöglichkeiten mit umfangreicher Peripherie (wie digitale Ein- und Ausgänge sowie ein Analogausgang!)

MID-Messung
Manipulations- und rechtssichere Erfassung von Energiekosten.

Messung von Strom- und Spannungsparametern
Zur Erfassung von Strom- und Spannungsmessgrößen in verschiedenen Netzformen von TN und TT Netzen mit Überspannungskategorie von 600 V CAT III.

2 RCM-Messeingänge
Die Analogeingänge können zur Fehlerstromüberwachung verwendet werden. So werden Fehlerströme und Lokalisierungsprobleme rechtzeitig erkannt und die Anlagenverfügbarkeit kann gewährleistet werden. Zudem reduziert sich der Aufwand für die DGUV V3 Wiederholungsprüfung deutlich.

oder einzeln konfigurierbar als

Analogeingänge
Es können beliebige 0/4–20 mA Signale verarbeitet werden.

Zusätzliche Temperaturmessung
Das UMG 96 PA Modul besitzt einen integrierten Temperatureingang für Thermosensoren (PT 100/1000, KTY 83 oder 84).

Vierter Stromwandler-Eingang (z.B. N-Leiter)

Ethernet-Anschluss

UMG 96-PA Grundgerät ohne Modul

UMG 96-PA Modul mit Ethernet-Anschluss

1.1.5 Forderungen der Berufsgenossenschaft in der DGUV V3 für ortsfeste Anlagen

Durchführung der Prüfung

3.4.5.4 Neutralleiter- und Schutzleiterstrommessung

Elektronische Verbraucher weisen in der Regel keine linearen Widerstandskennlinien auf. Im Vergleich zu herkömmlichen linearen Verbrauchern (Gütlampen, Widerstände, ...) ist der durch elektronische Verbraucher fließende Strom kein Abbild der anliegenden Spannung.

Durch die Impedanz des elektrischen Netzes verursacht dieser Strom eine Spannung, welche die Netzspannung überlagert und hierdurch verzerrt. Mathematisch kann die Verzerrung einer periodisch auftretenden Größe auch als Summe überlagert Oberschwingungsströme ausgedrückt werden.

Eine der möglichen Folgen solcher Oberschwingungsströme besteht darin, dass sich die Phasenströme selbst bei gleichmäßiger Belastung des Drehstromsystems nicht mehr gegenseitig kompensieren, sondern so weit aufaddieren können, dass der Neutralleiterstrom die Phasenströme deutlich übersteigt.

Die damit verbundene Temperaturbelastung kann im Neutralleitersystem zur Schädigung der Isolation, Unterbrechung der Neutralleiterverbindung und gegebenenfalls zu Bränden führen. Insbesondere haben sich Neutralleitertrennklemmen als kritische Bauteile herausgestellt.

Viele elektrische Verbraucher enthalten zudem elektronische Baugruppen, die Ströme über den Schutzleiter abfließen. Einzel betrachtet stellen diese Konstruktionsbedingt auftretenden Ableitströme normalerweise kein Problem dar, in der Summe, z. B. beim gleichzeitigen Betrieb von Umrichtern, können sich jedoch erhebliche Stromstärken ergeben. Die möglichen Folgen sind vielfältig:

- Streustromkorrosion in Leitungen mit stehendem Wasser, wie z. B. Sprinklerleitungen
- EMV-Probleme, ausgehend von den stromdurchflossenen, in die Erdung einbezogenen Bestandteilen der elektrischen Anlage sowie der sonstigen Gebäudeinfrastruktur
- Ausgleichsströme auf Datenleitungen, z. B. Bus-Systeme (Brandgefahr sowie Störung der Datenübertragung)

66

Durchführung der Prüfung

Obwohl Messungen des Neutral- bzw. Schutzleiterstroms bisher normativ noch nicht gefordert werden, sind sie dringend zu empfehlen. Aufgrund der typischerweise auftretenden Verzerrung der Sinusform sind TrueRMS-Messgeräte zu verwenden.

Messungen von Neutral- und Schutzleiterströmen können mittels Strommesszangen (siehe Abbildung 23) erfolgen.

Um möglichst aussagekräftige Werte zu erhalten, empfiehlt sich die gleichzeitige mehrkanalige Messung, z. B. mit einem Messgerät für Netzanalysen.

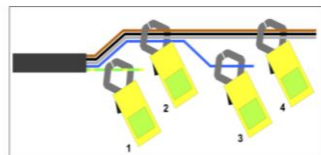


Abb. 23 Bestimmung der Sätze in Schutzleiter und Neutralleiter (1 bis 4 hier, 3 hier, 4 hier anders)

3.4.5.5 Thermographie

In den Vorschritten und Regelwerken zum Betreiben elektrischer Anlagen werden keine Prüfungen mittels thermographischer Methoden gefordert. Verschiedene Sachverständiger fordern allerdings auf der Basis privatrechtlicher Vereinbarungen die Anwendung der Elektrothermographie zum vorbeugenden Brandschutz.

Defekte in elektrischen Geräten und Anlagen, z. B. hohe Übergangswiderstände an Kontaktstellen, können mit Temperaturerhöhung einhergehen, die oberhalb der zulässigen Betriebstemperaturen liegen. Sie gehören zu den häufigsten Entstehungsursachen für Brände.

67

Diese sinnvolle Messung wurde in allen 4 Kläranlagen vorgeführt und geübt.

Wenn Onlineüberwachungen mit Differenzstromüberwachungen vorhanden sind, so entsteht eine echte Sicherheit und frühzeitiges Erkennen von Fehlern.

Sowohl der VDE als auch die BG sehen diese Massnahmen der ZEP Überwachung als vorbeugenden Schutz gegen Brand- und Personenschäden.

Da alle Hauptverteilungen schon für ein TNS-System geeignet sind, so müssen ZEP mit Überwachungen gesetzt werden.

Anschliessend sind die zuviel eingebauten N nach PE Verbindungen zu entfernen.

In vielen Abgängen sind bereits 5-Leiter vorhanden.

Dort wo nur 4-Leiter mit PEN vorhanden sind, muss dieser PEN als N genutzt werden. Das heisst der N vom Trafo darf nur auf den N in der Verteilung gesetzt werden.



Der isolierte N darf nur im Kuppelachalter EINE Verbindung mit Überwachung zum PE erhalten.

Seite 13: KAB Bonn Beul elektrische Bestandserfassung

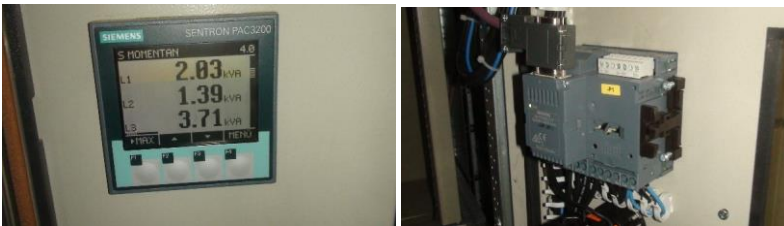
Die Querschnitte dürften ausreichend sein. Zum Teil sind auch Muffen verwendet worden, um Kabel zu verlängern.

Der PE kann aus den bereitsvorhandenen PA-Anlagen genutzt werden. Zusätzlich unterstützen die PA-Anlagen die vielen grossvolumigen Rohrsysteme, welche zwischen den Anlagen vorhanden sind.

Die Abschaltbedingungen und Einstellungen der Schutzschalter war sogar bei den überarbeiteten Anlagen durch die Firma Schneider gemacht worden.

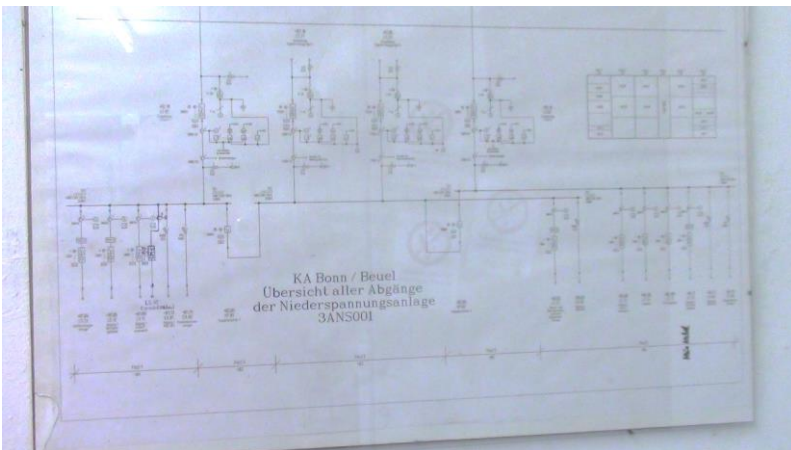


Die vorhandene Stromerfassung ist schon vorbildlich, sollten aber durch Differenzstromerfassungen und Aufzeichnung der Kurvenformen von Strom und Spannung und Ereignisaufzeichnung ergänzt werden.



1.2 Ergebnis der Besichtigungen

Die Untersuchungsschritte wurden jeweils nach Abschluss der Feststellungen in kurzen Videoabschnitten vor Ort aufgenommen und live kommentiert.



Station 3

Name	Anderungsdatum	Typ	Größe
00245 UST 7 Niederspannungsstation Gebläse	12.03.2020 09:16	MTS-Datei	16.992 KB
00246 Brandstelle war durch Öffnung der Türen verrauchet.	12.03.2020 09:17	MTS-Datei	17.568 KB
00247 Station 3 HV Anlage nmit 11kV und drei Stationen im Übersichtsbild	12.03.2020 09:19	MTS-Datei	39.456 KB
00248 Eindrige HV Leitungen mit Schirmungsbeitrag	12.03.2020 09:21	MTS-Datei	54.912 KB
00249 Abgang zum Trafo mit 40A abgesichert und PE ist aufgelegt	12.03.2020 09:21	MTS-Datei	17.184 KB
00250 Trafo 1 mit 400kVA u Erhöhung auf 600kVA und PE richtig kaskadiert (einseitig)aufgelegt	12.03.2020 09:28	MTS-Datei	84.096 KB
00251 Trafo mit Zusatzlüftern sollte gereinigt werden	12.03.2020 09:29	MTS-Datei	12.864 KB
00252 Trafo2 artidentisch aufgebaut Kompensation bitte prüfen	12.03.2020 09:32	MTS-Datei	29.088 KB

Station 2

00253 Station 2 HV Verteilung mit Überwachung	12.03.2020 09:38	MTS-Datei	127.680 KB
00254 Trafos mit 1000kVA korrekt angeschlossen und Sogar 2 Kurzschließeinrichtungen	12.03.2020 09:43	MTS-Datei	38.688 KB
00255 Trafo 2 auch mit Lüfter auf 1500 kVA betrieubar	12.03.2020 09:46	MTS-Datei	30.720 KB
00256 alte Übergabestation und gute Erdungssysteme von Fa. A.B.T.	12.03.2020 09:49	MTS-Datei	44.448 KB
00257 4 große Pumpen mit gerade durchgeführter Erneuerung	12.03.2020 09:51	MTS-Datei	35.040 KB
00258 NSHV Station 2 mit N aber TNC Einspeisung	12.03.2020 09:58	MTS-Datei	142.272 KB
00259 Siemens PAC 3200 mit Busanordnung u N Erweiterungsmodul Möglichkeit	12.03.2020 10:01	MTS-Datei	39.072 KB
00260 Messung am Abgang Haustechnik TNS vollkommen ok	12.03.2020 10:05	MTS-Datei	156.768 KB
00261 USV Anlage für die HV-Anlage und RA Anlage	12.03.2020 10:06	MTS-Datei	13.632 KB

Station 1

00262 Station 1 Übersichtsplan HV	12.03.2020 10:16	MTS-Datei	61.536 KB
00263 alle Stationen sind in einem Life Rechner System vorhanden. Erweitern um Differenzstrom	12.03.2020 10:19	MTS-Datei	22.080 KB
00264 Prüfung Kompensationsanlage	12.03.2020 10:21	MTS-Datei	68.160 KB
00265 NSHV komplett als TNS System, nur die Einspeisungen müssen umgebaut werden	12.03.2020 10:22	MTS-Datei	43.680 KB
00266 Trafos aus 1995 korrekt auf der HV Seite angeschlossen und N voll ok	12.03.2020 10:29	MTS-Datei	32.640 KB
00267 NEA Anlage wahrscheinlich gepennt	12.03.2020 10:32	MTS-Datei	60.960 KB
00268 Aussenaufnahme von Station 1 zum Betriebsgebäude und Brunnenhaus	12.03.2020 12:05	MTS-Datei	29.376 KB
00269 Zum Brunnenhaus läuft 4-adriges Kabel und ein 4 adriges Abgang Fehlersuche	12.03.2020 12:20	MTS-Datei	108.384 KB
00270 U Verteilung Brunnenhaus nach Einspeisung u PEN zunächst ok	12.03.2020 12:23	MTS-Datei	55.872 KB
00271 Steuertrafo mit korrekter N nach PE Klemme, danach aber 7,7A Differenzstrom	12.03.2020 12:24	MTS-Datei	20.640 KB
00272 Im beschrifteten Steuerschrank auch korrekte Anbindung N zu PE Diffstrom ist weg	12.03.2020 12:29	MTS-Datei	22.368 KB
00273 Ein taktender Verbraucher ist nicht korrekt angeschlossen u bringt Fehlerströme	12.03.2020 12:33	MTS-Datei	23.040 KB
00274 Abgang zur alten Station nur mit 4-Leiter gepennt	12.03.2020 12:47	MTS-Datei	56.448 KB
00275 UV BPH 1.1 kommt mit 4-Leiter an und FI ist gesetzt	12.03.2020 13:07	MTS-Datei	61.536 KB
00276 Schleifenwiderstandsmessung am Kasten BPH 1.1	12.03.2020 13:17	MTS-Datei	29.280 KB
00277 Alte Trafostation mit erneuerter UV	12.03.2020 13:35	MTS-Datei	55.200 KB
00278 NEA-Anlage läuft und schiebt Energie ins Netz zurück	12.03.2020 16:16	MTS-Datei	39.648 KB
00279 NEA 1 läuft und hat nun auf dem PE B9A	12.03.2020 16:22	MTS-Datei	22.752 KB
00280 Generator 1 liefert ca. 400A in die Anlage	12.03.2020 16:27	MTS-Datei	30.720 KB
00281 Strom koppelt 84A auf die PE Einzelader ein	12.03.2020 16:27	MTS-Datei	10.176 KB
00282 2. Ader hat nur 12,5A eingekoppelt	12.03.2020 16:28	MTS-Datei	4.992 KB
00283 Der Strom des N beeinflusst alle PE-Systeme	12.03.2020 16:28	MTS-Datei	14.592 KB
00284 93 A auf PE und deutet auf brücke N zu PE im Klemmbrett des Generators	12.03.2020 16:29	MTS-Datei	33.504 KB
00285 Strom wirkt auf das interne Mittelspannungsnetz zurück	12.03.2020 16:31	MTS-Datei	41.280 KB

2 Siemens PAC 3200

Es viel auf, dass ein Bezeichnungssystem vorhanden war und die meisten Anlagen mit Messeinrichtungen des Herstellers Siemens PAC 3200 ausgerüstet waren.

Die Siemens Messgeräte können mit einem zusätzlichen Modul für die N-Messung und 2 analogen Kanälen ausgerüstet werden.

Siemens schrieb einem Kunden zum PAC 3200:

- Ja, das Erweiterungsmodul wird auf das (ausgeschaltete) Messgerät gesteckt und ist dann nach dem Booten des PAC einsatzfähig.
- Wir bieten Differenzstromwandler in Typ A und Typ B an, die im Kapitel 11 des Kataloges (www.siemens.de/lv10) zu finden sind; in der beiliegenden Präsentation zum Analogmodul finden Sie auch die Typen.

Wir bieten selbst keine flexiblen Wandler an.

- Das Erweiterungsmodul liegt bei LP = € 159,-; der Summenstromwandler (z.B. 250A 5SV8704-0KK) liegt bei LP = € 265 Alles Listenpreise!
- Das powercenter3000 7KN1310-0MC00-0AA8 hat einen Listenpreis von € 1050,- Hinweis:
so richtig Sinn macht das power Center, insbesondere wenn Sie es nutzen, um die Energiedaten von bis zu 32 Geräten an eine Cloud (zZ. Mundsperr) weiterleiten zur Auswertung über eine Energiemonitoring-Anwendung dort. Damit lassen sich auch leicht verschiedene Standorte in der Cloud zusammenfassen.
Das power Center kann auch als Datenkonzentrator arbeiten, um seine Werte an das powermanager-Programm weiterzugeben und ggf. bestehende Netzwerkprobleme und Nichtverfügbarkeitszeiten auszugleichen.

Was ich unten jetzt noch nicht gesehen habe – aber für wichtig halte:

- Der POWER Manager ist ein Windows-basiertes Energiemonitoring und erfüllt die Anforderungen der ISO 90001.
Er wird heute gerne auf einer virtuellen Maschine betrieben und stellt umfangreiche Auswerte- und Meldemöglichkeiten bereit.
Der POWER Manager lässt sich auch unter der Gebäudeleittechnik DESIGO betreiben.
Schauen Sie sich das mal genauer an!

Ich kenne Ihren bevorzugten Bezugsweg für Siemens-Komponenten nicht, bitte fragen Sie die Typen dort an, um Ihren relevanten Preis zu erhalten.

Mit freundlichen Grüßen
Uwe Jürgens

Siemens AG
Siemens Deutschland
Smart Infrastructure
West Team A
RC-DE SI LP PROM WEST A
Klaus-Bungert-Str. 6
40468 Düsseldorf, Deutschland
Tel.: +49 211 6916-1333
Fax: +49 211 6916-2929
Mobil: +49 172 2905162
<mailto:uwe.juergens@siemens.com>
www.siemens.com/ingenuityforlife

Siemens Aktiengesellschaft: Vorsitzender des Aufsichtsrats: Jim Hagemann Snares; Vorstand: Joe Kaeser, Vorsitzender; Roland Busch, Klaus Helmrich, Cedrik Neige, Michael Sen, Ralf P. Thomas; Sitz der Gesellschaft: Berlin und München, Deutschland; Registergericht: Berlin Charlottenburg, HRB 12300, München, HRB 6684; WEEE-Reg.-Nr. DE 23691322

So kann über diesen Weg eine Ertüchtigung der PAC Geräte erreicht werden.

3 Moeller Moldan Schaltschränke

Alle Moeller Moldan Schaltschränke waren bereits in einem TNS ausgeführt. Lediglich die Einspeisungen erfolgten immer auf dem PE und dann wurde der N über das interne Schienensystem gegeben.

Die einfache Regel N auf N und PE auf PE. An nur einer Stelle, am günstigsten im Kuppelschalterschrank ist der ZEP zu setzen.

Im konkreten Fall heißt dies die beiden ankommenden N vom Trafo auf den Stummel des N-Anschlusses zu setzen. Die Verbindung des N von der PE Schiene ist zu lösen.

Dann erst können die Abgänge einzeln untersucht werden nach dem vorgegebenen Muster.

4 Schleifenwiderstandsmessung

4.1 Der Weg zum Brunnenhaus

Der Weg zum Brunnenhaus bis zur alten Station wurde auch messtechnisch verfolgt.

Die Staffelungen der Schleifenwiderstandsmessungen bis zur alten Trafostation zeigen wie der Einfluss der Leitungen ist.

Nach Änderung der Netzform muss eine gleiche Messung wieder mit dem Schwerpunkt L2 zu PE gemacht werden. Erst dann können die Abschaltbestimmungen wirken.

Stand U1, U1, U1, U1

Trafo Block 1
NS-Feld 2

Schleifenwiderstandsmessung an Unterverteilung Nr.:		Firma: <i>AG-Beul</i>		Datum: <i>12.03.20</i>		Nr.	Nr.
Nr.:	Schleifenwiderstand	Scheinwiderstand	Widerstand	Blindwiderstand	Kurzschlussstrom	Peak Strom	Spannung Umin Umax Frequenzen
L1-L3	Z: <i>17,2</i> mOhm	R: <i>3,7</i> mOhm	X: <i>16,8</i> mOhm	Ic: <i>23,1</i> kA	Um: <i>407</i> V	f: <i>50,0</i> Hz	Nr. Speicher min: <i>104</i> Speicher max: <i>105</i>
Z 2 Ohm Standard	Z: <i>17,2</i> mOhm	R: <i>3,7</i> mOhm	X: <i>16,8</i> mOhm	Ic: <i>23,1</i> kA	Um: <i>407</i> V	f: <i>50,0</i> Hz	
Z 2 Ohm P-P I&MIn3ph	Z: <i>17,2</i> mOhm	R: <i>3,7</i> mOhm	X: <i>16,8</i> mOhm	Ic: <i>23,1</i> kA	Um: <i>407</i> V	f: <i>50,0</i> Hz	
Z 2 Ohm P-P I&MMax3ph	Z: <i>17,2</i> mOhm	R: <i>3,7</i> mOhm	X: <i>16,8</i> mOhm	Ic: <i>23,1</i> kA	Um: <i>407</i> V	f: <i>50,0</i> Hz	
L3-N	Z: <i>8,4</i> mOhm	R: <i>0,4</i> mOhm	X: <i>8,3</i> mOhm	Ic: <i>27,4</i> kA	Um: <i>234</i> V	f: <i>50,0</i> Hz	Nr. Speicher min: <i>106</i> Speicher max: <i>108</i>
Z 2 Ohm Standard	Z: <i>8,4</i> mOhm	R: <i>0,4</i> mOhm	X: <i>8,3</i> mOhm	Ic: <i>27,4</i> kA	Um: <i>234</i> V	f: <i>50,0</i> Hz	
Z 2 Ohm P-N I&MIn	Z: <i>8,4</i> mOhm	R: <i>0,4</i> mOhm	X: <i>8,3</i> mOhm	Ic: <i>27,4</i> kA	Um: <i>234</i> V	f: <i>50,0</i> Hz	
Z 2 Ohm P-N I&MMax	Z: <i>8,4</i> mOhm	R: <i>0,4</i> mOhm	X: <i>8,3</i> mOhm	Ic: <i>27,4</i> kA	Um: <i>234</i> V	f: <i>50,0</i> Hz	
L3-PE	Z: <i>8,4</i> mOhm	R: <i>0,4</i> mOhm	X: <i>8,3</i> mOhm	Ic: <i>27,4</i> kA	Um: <i>234</i> V	f: <i>50,0</i> Hz	
Z 2 Ohm Standard	Z: <i>8,4</i> mOhm	R: <i>0,4</i> mOhm	X: <i>8,3</i> mOhm	Ic: <i>27,4</i> kA	Um: <i>234</i> V	f: <i>50,0</i> Hz	
Z 2 Ohm L2 zu PE Min	Z: <i>8,4</i> mOhm	R: <i>0,4</i> mOhm	X: <i>8,3</i> mOhm	Ic: <i>27,4</i> kA	Um: <i>234</i> V	f: <i>50,0</i> Hz	
Z 2 Ohm L2 zu PE Max	Z: <i>8,4</i> mOhm	R: <i>0,4</i> mOhm	X: <i>8,3</i> mOhm	Ic: <i>27,4</i> kA	Um: <i>234</i> V	f: <i>50,0</i> Hz	

Messwertname	Absicherung	Auslastfaktor	möglicher K-Strom
L1	<i>22</i> A		A
L2	<i>27</i> A		A
L3	<i>27</i> A		A
N Bed	<i>27,4</i> A		A
N Ist	<i>16,9</i> A		A
Diff	<i>6,4</i> A		A
PE	<i>6,4</i> A		A

Cos phi	THD U	THD I

N-PE f =	Hz	U:	V
0°	Iprüf	A U klemm	V errechnet R
180°	Iprüf	A U klemm	V errechnet R

Bewertung: *7,0 s und 1,5 kW verif*

KAB Station 1 NS P2 2 x1000kVA	U	I	R	X	Ic	Um	f
101 230V L-E I&STD	230	17,2	3,7	16,8	23,1	407	50,0
102 230V L-E I&MIn3ph	230	17,2	3,7	16,8	23,1	407	50,0
103 230V L-E I&MMax3ph	230	17,2	3,7	16,8	24,6	407	50,0
104 230V L-E I&MIn3ph	230	17,2	3,7	16,8	23,1	407	50,0
105 230V L-E I&MMax3ph	230	17,2	3,7	16,8	26,6	407	50,0
106 230V L-N I&STD	230	8,4	0,4	8,3	27,4	234	50,0
107 230V L-N I&MIn	230	8,4	0,4	8,3	26,0	234	50,0
108 230V L-N I&MMax	230	8,4	0,4	8,3	27,4	234	50,0

Alle Messwerte aus dem Maxtest

Seite 17: KAB Bonn Beul elektrische Bestandserfassung

KAB Betriebsgebäude F 1 Einzelleitung																				
Umspannung	Umspannung	Umspannung	Umspannung	Umspannung	Umspannung	Umspannung	Umspannung	Umspannung	Umspannung											
109 220V	L-L IKSTD	21	24,2	mOhm	R1	25,3	mOhm	X1	23,1	mOhm	IK:	13,66	kA	Ums:	407 V f	50,0	Hz			
110 220V	L-L IKSTD	21	27,1	mOhm	R1	25,5	mOhm	X1	26,9	mOhm	IK:	10,77	kA	Ums:	407 V f	50,0	Hz			
111 220V	L-L IKStdIn3ph	21	27,1	mOhm	R1	25,5	mOhm	X1	26,9	mOhm	IK:	9,11	kA	Ums:	407 V f	50,0	Hz			
112 220V	L-L IKStdIn3ph	21	27,1	mOhm	R1	25,5	mOhm	X1	26,9	mOhm	IK:	9,37	kA	Ums:	407 V f	50,0	Hz			
113 220V	L-L IKSTD	21	28,3	mOhm	R1	25,5	mOhm	X1	28,6	mOhm	IK:	10,43	kA	Ums:	407 V f	50,0	Hz			
114 220V	L-L IKStdIn3ph	21	28,3	mOhm	R1	25,5	mOhm	X1	28,6	mOhm	IK:	7,95	kA	Ums:	407 V f	50,0	Hz			
115 220V	L-L IKStdIn3ph	21	28,3	mOhm	R1	25,5	mOhm	X1	28,6	mOhm	IK:	9,10	kA	Ums:	407 V f	50,0	Hz			
116 220V	L-L IKStdIn3ph	21	28,3	mOhm	R1	25,5	mOhm	X1	28,6	mOhm	IK:	10,43	kA	ap1:	16,04	kA	Ums:	407 V f	50,0	Hz
117 220V	L-L IKStdIn3ph	21	28,3	mOhm	R1	25,5	mOhm	X1	28,6	mOhm	IK:	12,04	kA	ap1:	16,52	kA	Ums:	407 V f	50,0	Hz
118 220V	L-L IKSTD	21	26,1	mOhm	R1	18,1	mOhm	X1	18,8	mOhm	IK:	8,83	kA	Ums:	233 V f	50,0	Hz			
119 220V	L-N IKStdIn	21	26,1	mOhm	R1	18,1	mOhm	X1	18,8	mOhm	IK:	6,62	kA	Ums:	233 V f	50,0	Hz			
120 220V	L-N IKStdIn	21	26,1	mOhm	R1	18,1	mOhm	X1	18,8	mOhm	IK:	8,83	kA	ap1:	13,41	kA	Ums:	233 V f	50,0	Hz
121 220V	L-PE IKSTD	21	25,5	mOhm	R1	18,1	mOhm	X1	17,9	mOhm	IK:	9,03	kA	Ums:	233 V f	50,0	Hz			
122 220V	L-PE IKStdIn	21	25,5	mOhm	R1	18,1	mOhm	X1	17,9	mOhm	IK:	6,72	kA	Ums:	233 V f	50,0	Hz			
123 220V	L-PE IKStdIn	21	25,5	mOhm	R1	18,1	mOhm	X1	17,9	mOhm	IK:	9,03	kA	ap1:	13,63	kA	Ums:	233 V f	50,0	Hz

Dies war die nächste Station nach der NSHV

KAB Brunnenhaus UV BPH 1																				
Umspannung	Umspannung	Umspannung	Umspannung	Umspannung	Umspannung	Umspannung	Umspannung	Umspannung	Umspannung											
124 220V	L-L IKSTD	21	161,1	mOhm	R1	153,6	mOhm	X1	149,5	mOhm	IK:	2,48	kA	Ums:	406 V f	50,0	Hz			
125 220V	L-L IKStdIn3ph	21	161,1	mOhm	R1	153,6	mOhm	X1	149,5	mOhm	IK:	18,62	kA	Ums:	406 V f	50,0	Hz			
126 220V	L-L IKStdIn3ph	21	161,1	mOhm	R1	153,6	mOhm	X1	149,5	mOhm	IK:	2,48	kA	ap1:	5,38	kA	Ums:	406 V f	50,0	Hz
127 220V	L-L IKStdIn3ph	21	161,1	mOhm	R1	153,6	mOhm	X1	149,5	mOhm	IK:	5,46	kA	ap1:	4,13	kA	Ums:	406 V f	50,0	Hz
128 220V	L-N IKSTD	21	147,7	mOhm	R1	142,9	mOhm	X1	137,1	mOhm	IK:	15,63	kA	Ums:	234 V f	50,0	Hz			
129 220V	L-N IKStdIn	21	147,7	mOhm	R1	142,9	mOhm	X1	137,1	mOhm	IK:	10,07	kA	Ums:	234 V f	50,0	Hz			
130 220V	L-N IKStdIn	21	147,7	mOhm	R1	142,9	mOhm	X1	137,1	mOhm	IK:	15,63	kA	ap1:	2,25	kA	Ums:	234 V f	50,0	Hz
KAB BPH 1.1 Zwischenkarten																				
131 220V	L-L IKSTD	21	410	mOhm	R1	403	mOhm	X1	394,8	mOhm	IK:	975	A	Ums:	406 V f	50,0	Hz			
132 220V	L-L IKStdIn3ph	21	410	mOhm	R1	403	mOhm	X1	394,8	mOhm	IK:	623	A	Ums:	406 V f	50,0	Hz			
133 220V	L-L IKStdIn3ph	21	410	mOhm	R1	403	mOhm	X1	394,8	mOhm	IK:	719	A	Ums:	406 V f	50,0	Hz			
134 220V	L-L IKStdIn3ph	21	410	mOhm	R1	403	mOhm	X1	394,8	mOhm	IK:	975	A	ap1:	140,6	A	Ums:	406 V f	50,0	Hz
135 220V	L-L IKStdIn3ph	21	410	mOhm	R1	403	mOhm	X1	394,8	mOhm	IK:	1124	A	ap1:	162,4	A	Ums:	406 V f	50,0	Hz
136 220V	L-N IKSTD	21	388	mOhm	R1	384	mOhm	X1	355,3	mOhm	IK:	595	A	Ums:	235 V f	50,0	Hz			
137 220V	L-N IKStdIn	21	388	mOhm	R1	384	mOhm	X1	355,3	mOhm	IK:	379	A	Ums:	235 V f	50,0	Hz			
138 220V	L-N IKStdIn	21	388	mOhm	R1	384	mOhm	X1	355,3	mOhm	IK:	595	A	ap1:	85,8	A	Ums:	235 V f	50,0	Hz
139 220V	L-PE IKSTD	21	323	mOhm	R1	312	mOhm	X1	311,2	mOhm	IK:	714	A	Ums:	235 V f	50,0	Hz			
140 220V	L-PE IKStdIn	21	323	mOhm	R1	312	mOhm	X1	311,2	mOhm	IK:	460	A	Ums:	235 V f	50,0	Hz			
141 220V	L-PE IKStdIn	21	323	mOhm	R1	312	mOhm	X1	311,2	mOhm	IK:	714	A	ap1:	1030	A	Ums:	235 V f	50,0	Hz
KAB UV BPH 1.1 Alte Trafostation																				
142 220V	L-L IKSTD	21	555	mOhm	R1	550	mOhm	X1	518,8	mOhm	IK:	719	A	Ums:	407 V f	49,9	Hz			
143 220V	L-L IKStdIn3ph	21	555	mOhm	R1	550	mOhm	X1	518,8	mOhm	IK:	458	A	Ums:	407 V f	49,9	Hz			
144 220V	L-L IKStdIn3ph	21	555	mOhm	R1	550	mOhm	X1	518,8	mOhm	IK:	529	A	Ums:	407 V f	49,9	Hz			
145 220V	L-L IKStdIn3ph	21	555	mOhm	R1	550	mOhm	X1	518,8	mOhm	IK:	719	A	ap1:	1039	A	Ums:	407 V f	49,9	Hz
146 220V	L-L IKStdIn3ph	21	555	mOhm	R1	550	mOhm	X1	518,8	mOhm	IK:	830	A	ap1:	1199	A	Ums:	407 V f	49,9	Hz
147 220V	L-N IKSTD	21	522	mOhm	R1	518	mOhm	X1	455,9	mOhm	IK:	442	A	Ums:	232 V f	50,0	Hz			
148 220V	L-N IKStdIn	21	522	mOhm	R1	518	mOhm	X1	455,9	mOhm	IK:	281	A	Ums:	232 V f	50,0	Hz			
149 220V	L-N IKStdIn	21	522	mOhm	R1	518	mOhm	X1	455,9	mOhm	IK:	442	A	ap1:	637	A	Ums:	232 V f	50,0	Hz
150 220V	L-PE IKSTD	21	>2000	mOhm	R1	>2000	mOhm	X1	>2000	mOhm	IK:	0,12	A	Ums:	230 V f	50,0	Hz			
151 220V	L-PE IKStdIn	21	>2000	mOhm	R1	>2000	mOhm	X1	>2000	mOhm	IK:	0,07	A	Ums:	230 V f	50,0	Hz			
152 220V	L-PE IKStdIn	21	>2000	mOhm	R1	>2000	mOhm	X1	>2000	mOhm	IK:	0,12	A	ap1:	0,17	A	Ums:	230 V f	50,0	Hz

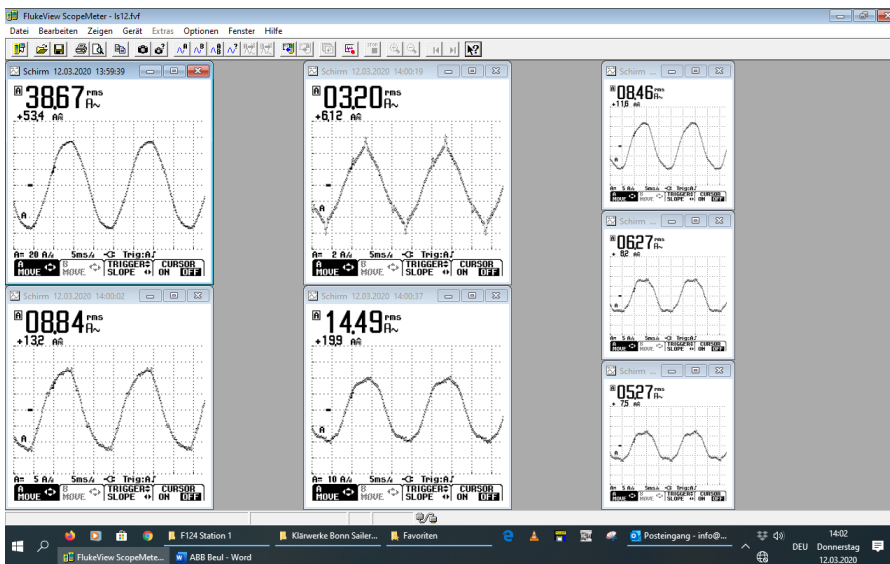
Bis zu der UV BPH 1.2 war es ein langer Weg. Durch Nutzung des PA Systems kann das System zu einem TT-System umgebaut werden.

5 Aufnahme der Stromkreise

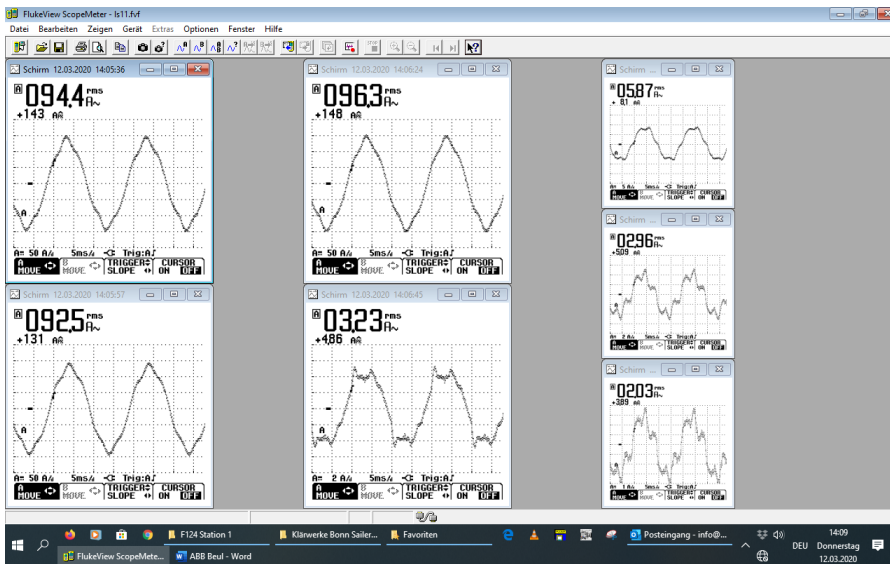
Projekt: *KAB* Messort: *Station A* Feldbezeichnung: *Ein-Or-Sand*

Abgangspunkt Nr.	Zust.	Einbauelemente		Kabel		Verbrauchsstelle		Messwerte												
		Sicherung	Schalter	Typ	km	Typ	Länge	Abzeichnung	Last in kW	L1	L2	L3	N	F	IRMS	U	f	Hz	f	Hz
Energieleitung																				
Nr. Abgang																				
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
Gesamt																				
Kurzkommentar:										Aufgenommen:										

Mit diesem Formblatt können alle Daten erfasst werden, um Berechnungen zu ermöglichen. Bereits an der NSHV konnte so auf den Fehler im Brunnenhaus geschlossen werden.



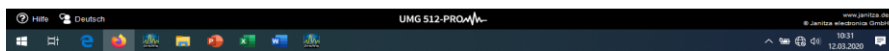
Unterschiedliche Stromaufnahmen um 8-20A Fehler liegt im Brunnenhaus
 L1 38,67A L2 8,84A L3 3,2A N bedarf = 14,49A N ist 8,46A Different 6,27A PE 5,25A
 Eine klassische Unterdeckung des N



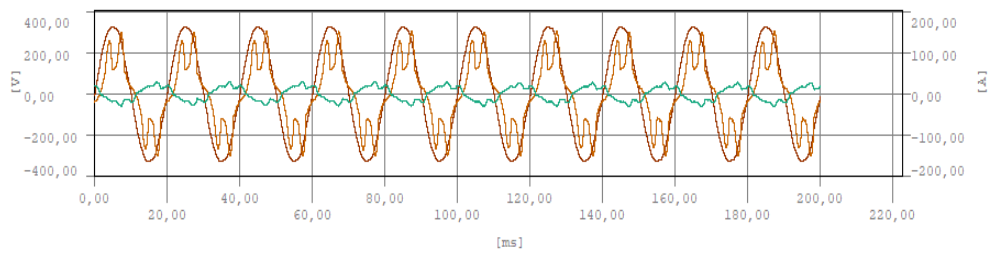
Hier liegt eine Überdeckung des N vor.

6 Auswertung der Janitza UMG 512 Messung

U in V (L/L)		U in V (L/N)		Kurzübersicht				Phase				
Phase	U in V (L/L)	U in V (L/N)	Phase	kW	kWh	kvar	kvarh	Phase	I in A	cos-phi	THD-U	THD-I
L1/L2	408,31	235,91	L1	16,78	172	4,75	59	L1	79,14	0,96	2,04	38,09
L1/N			L2	13,16	-41	2,84	-144	L2	63,14	0,98	2,14	46,96
L2/L3	408,41	235,67	L3	13,12	-102	2,68	127	L3	63,66	0,98	1,87	50,61
L2/N			L4	0,00	0	0,00	0	L4	16,57	-0,88	241,25	26,74
L3/L1	408,82	236,91	L1, L3	43,06	28	10,27	42	L1, L3	17,23	0,97		
L3/N			L1, L4	43,06	28	10,27	42	L1, L4	5,52	0,97		
L4/N		0,01										

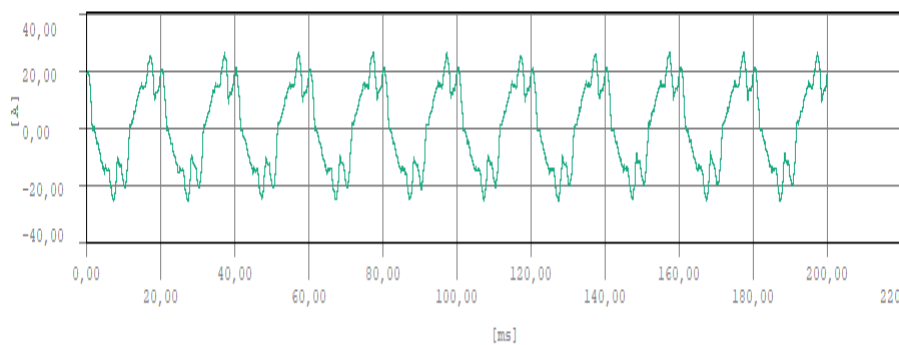


Beginn der Messung als Übersicht schon mit Energielieferung



- Wellenform Spannung L1 [Stadt Bonn Beul]
- Wellenform Strom L1 [Stadt Bonn Beul]
- Wellenform Strom L4 [Stadt Bonn Beul]

Der Strom hat in der Station einen stark nicht linearen Charakter.



- Wellenform Strom L4 [Stadt Bonn Beul]

Da Gleiche gilt für den N

Seite 20: KAB Bonn Beul elektrische Bestandserfassung
Auswertung:

The screenshot shows the Janitza software interface with the following data tables:

Strom				
Effektivwert				
	Momentanwerte	Mittel Werte	Mittel. Max. Werte	Maximum Werte
L1	57,50 A	57,26 A	88,54 A	101,94 A
L2	44,52 A	42,86 A	72,94 A	85,99 A
L3	41,12 A	41,24 A	73,61 A	85,57 A
L4	12,52 A	12,59 A	19,19 A	28,81 A
L1, L3	14,53 A	14,53 A	22,32 A	45,00 A
L1, L4	3,34 A	4,21 A	7,23 A	24,99 A
Drehstromwert				
	Momentanwerte	Mittel Werte		Maximum Werte
Unsymmetrie	11,13 %	11,91 %		26,03 %

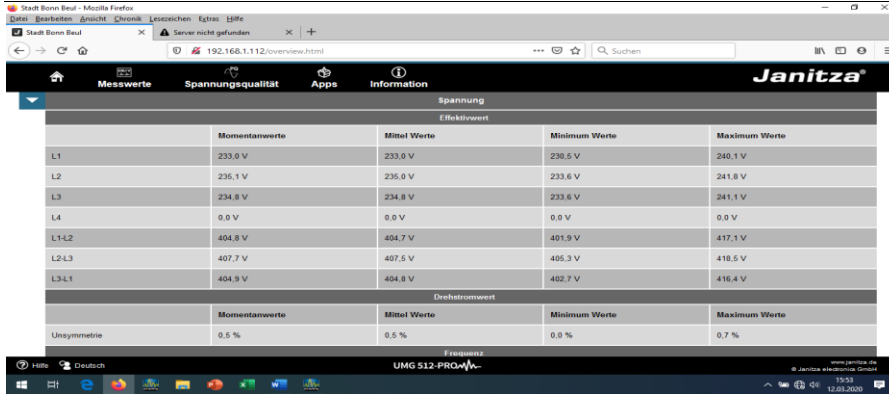
Generator 1 läuft:

The screenshot shows the Janitza software interface with the following summary table:

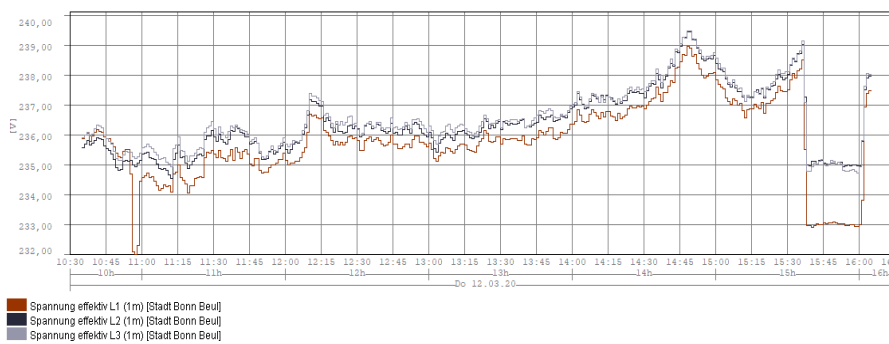
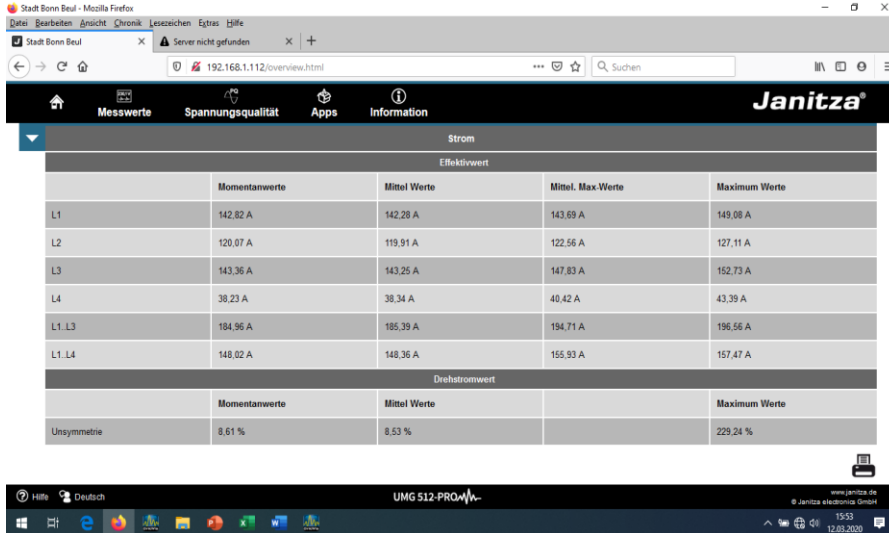
Kurzübersicht												
Phase	U in V (L/L)	U in V (L/N)	Phase	kW	kWh	kvar	kvarh	Phase	I in A	cos.phi	THD U	THD I
L1/L2 L1/N	404,80	233,05	L1	-28,50	60	-5,26	22	L1	144,25	-0,98	5,59	57,33
L2/L3 L2/N	407,52	235,01	L2	-24,33	47	-1,27	15	L2	121,58	-1,00	5,54	60,30
L3/L1 L3/N	404,94	234,82	L3	-29,20	44	-3,90	13	L3	145,04	-0,99	5,59	56,64
L4/N		0,01	L4	0,00	0	0,00	0	L4	38,79	0,88	255,46	409,20
			L1, L3	-82,03	152	-10,43	51	L1, L3	187,28	-0,99		
			L1, L4	-82,03	152	-10,43	51	L1, L4	149,84	-0,99		

Der THDu steigt durch den Generatorlauf auf über 5% an.

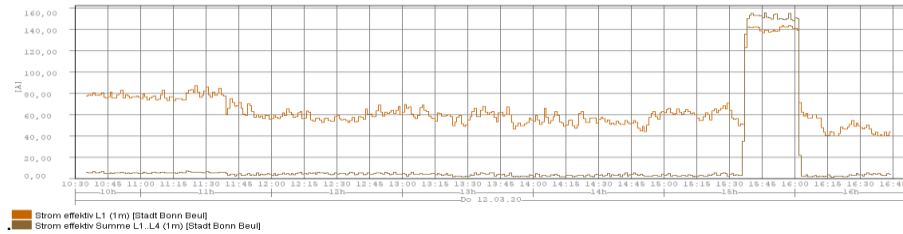
Seite 21: KAB Bonn Beul elektrische Bestandserfassung



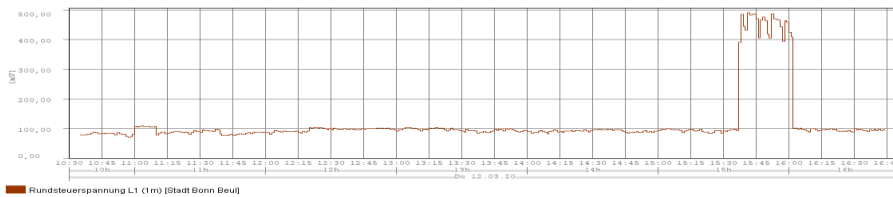
Die Spannung steigt auf 241 V an



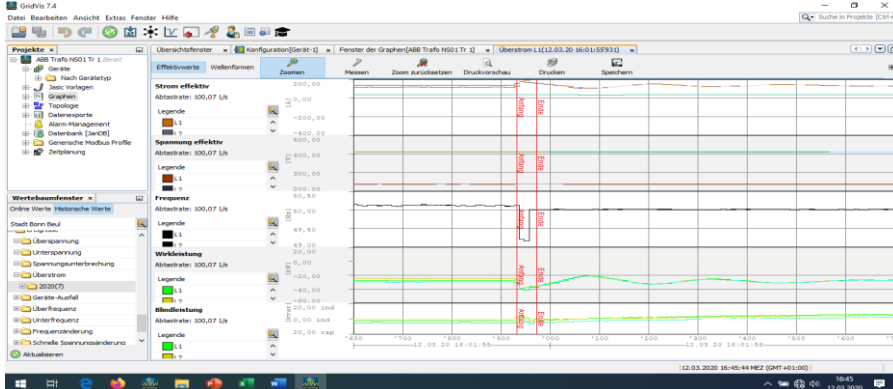
Die Spannung sinkt im Generatorbetrieb auf 233V ab



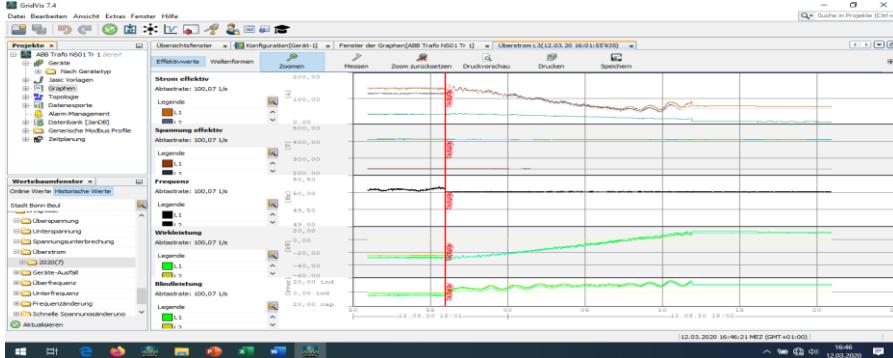
Der Strom, aber auch der Fehlerstrom steigt an im Generatorbetrieb.



Der Pegel der Rundsteuerspannung wurde bis 15:30 nicht gemessen. Der Generatorbetrieb lässt den Pegel hochziehen.

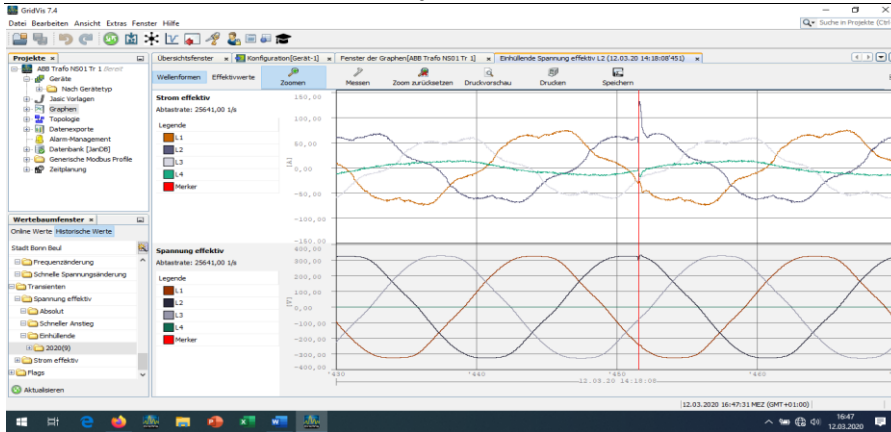


Die Frequenz sackte ab.

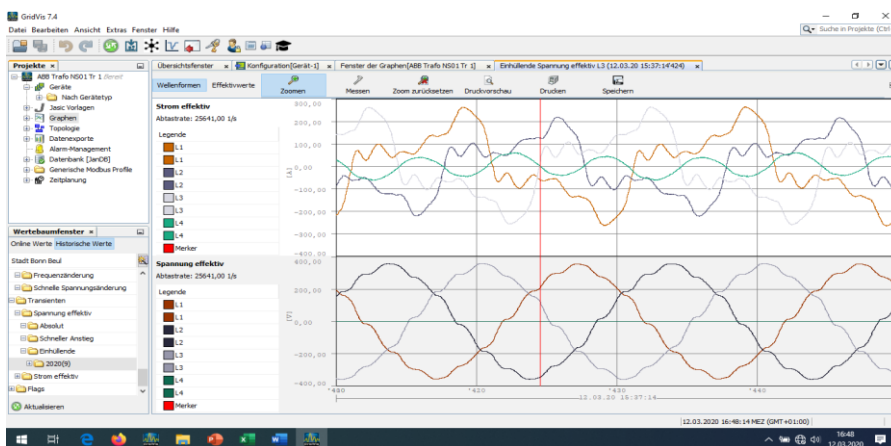


Der Strom zog an.

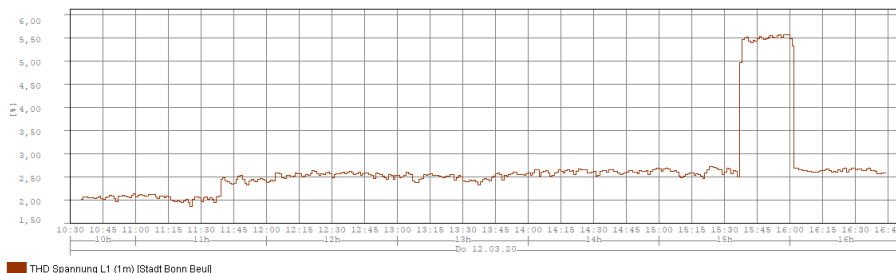
Seite 23: KAB Bonn Beul elektrische Bestandserfassung



Die Stromspitze verursachte eine kleine Spannungsanomalie.

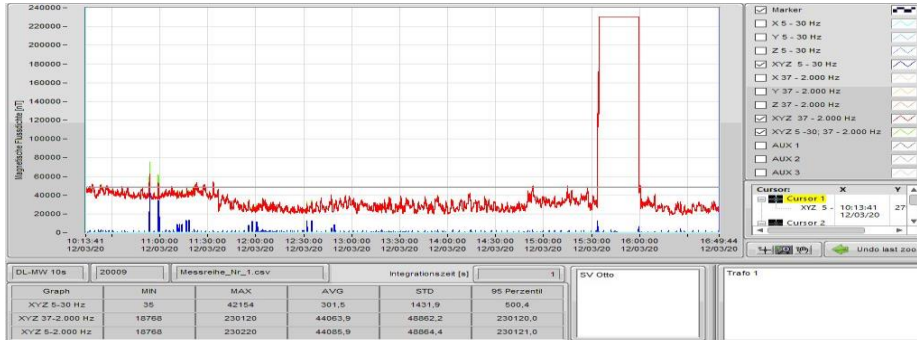


Im Generatorbetrieb sind die Oberschwingungen des Stromes auch auf der Spannung aufgeprägt.

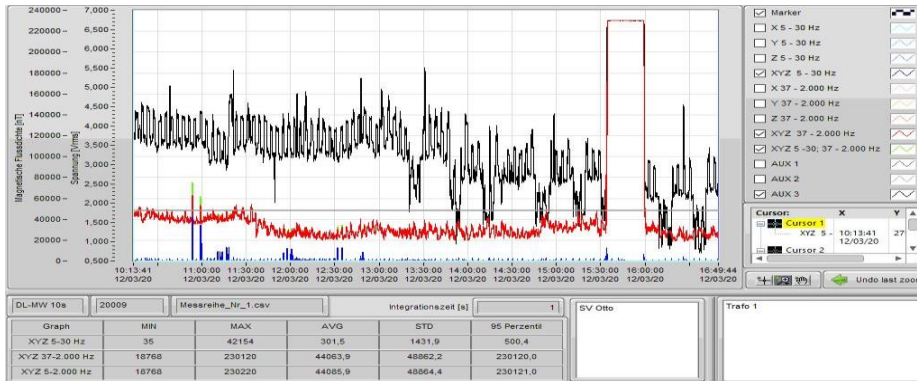


Dies wird auch im THDu Wert der Spannung sichtbar.

7 Magnetische Felder



Lastgang als magnetisches Feld

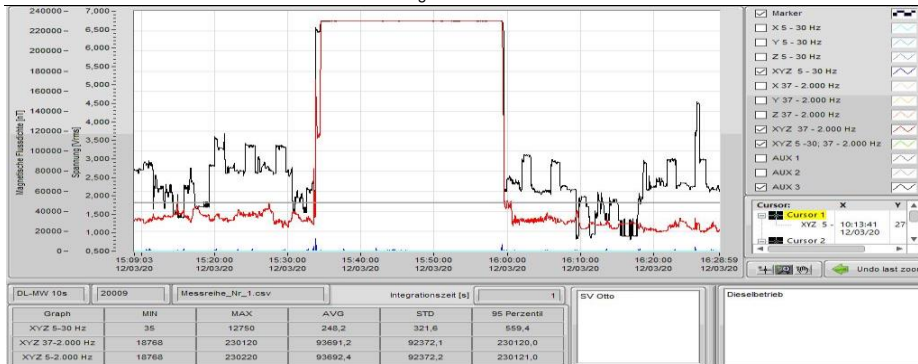


Differenzstrom und Dieselbetrieb



Gemessene 12 Impulse von der Schleifenwiderstandsmessung Max Test.

Seite 25: KAB Bonn Beul elektrische Bestandserfassung



Ausschnitt Dieselbetrieb mit starkem Anstieg des magnetischen Feldes durch Differenzstrom.

8 To Do – Liste und Prioritäten

Nach den durchgeführten Messungen, Feststellungen, Besichtigungen und Fachgesprächen empfehle ich folgende Arbeitslisten abzarbeiten:

Nr.	Objekt	Tätigkeit	Begründung	Priorität	Verantwortlich	Erläuterungsvermerk
1	Alle Trafos	Umstellung auf TNS	Notwendig um eine gute Versorgung mit Überwachung zu erhalten	hoch	Service	
2	Einbau einer Überwachung	RCM Überwachung einsetzen	Kontrolle des Netzes gegenüber ersten Fehlern	hoch	Service u Siemens	
3	Fehlersuche in den Abgängen	Stromanalyse durchführen	Installationsversäumnisse beseitigen	hoch	Service	
4	Zeichnungen aktualisieren	Leitungslängen und Querschnitte erfassen und eintragen	Abschaltbedingungen prüfen und danach auch Schalter korrekt einstellen	Hoch	Planer UU Fridel Bläser DUS	
5	Test mit Prüfrafo	Zwischen N u PE an beliebiger Stelle Strom einspeisen, der bis zum ZEP fließen muss. Umdrehen!!!	TNs System schaffen	Hoch um erste Fehler zu erkennen	Service SV	
6	Schleifenwiderstände nachmessen	Abschaltbedingungen prüfen	Hochstrom Prüfung	Mittel	SV u Service	

9 Speicherchip Dokumentation

Die Untersuchung wurde mit verschiedenen Hilfsmitteln und Messgeräten durchgeführt, wie Fluke F 124

Janitza Netz-Analysatoren UMG 512 und UMG 604

Max. Test

Magnetfeldmesslogger DL

eingeprägte Stromverfahren in 4-Leiter-Technik

Auf dem Chip der Endversion finden sich:

Fotos, in dieser Datei sind alle bei der Untersuchung aufgenommenen Fotos hinterlegt.

Video, in dieser Datei ist als MPEG-Format das komplette Video abspielbar. Dazu sollte ein Office-Paket vorhanden sein und die Windows Media Player-Funktion funktionieren.

Es werden nur Einzelvideos von überschaubarer Dauer zu den Einzelfeststellungen in unbearbeiteter Form wiedergegeben, welche nicht nachträglich verändert wurden.

Aus der Tabelle lassen sich die Einzelthemen ablesen und Aufnahmezeit sowie die Länge des Videokurzberichtes.

Gutachten, in diesem Ordner ist dieser strukturierte zusammenfassende Bericht als PDF-File hinterlegt.

Erfassungsblätter

Die Bestandsaufnahme ist in Listen festgehalten und zum Teil auch in elektronischer Form übertragen.

Nach der Netzertüchtigung sollte diese Liste vervollständigt/ergänzt werden, damit anschließend eine echte Nachkontrolle der Leitungen und ein Kabelmanagement eingeführt werden kann.

Diese Listen sind im Original in den Betriebsakten zu pflegen und über eine Fotokopie auf eine Zweckform-Aufklebefolie zu kopieren.

Mit den Übersichtszeichnungen müssen diese Dokumente fest in die Innentüren der Schaltanlagen eingeklebt werden, so dass die wesentlichen Unterlagen direkt am Ort, wo sie gebraucht werden, unverlierbar angeordnet sind.

Messwerte Dateien F 124

Die aufgenommenen Dateien können mit einem Fluke-Programm direkt weiter analysiert werden.

Zusätzlich sind diese im Ergebnis auch in eine Word-Datei dargestellt, damit die Ergebnisse direkt vorhanden sind.

10 Beurteilung

Die Anlagen in Beul sind schon als TNS-Systeme ausgelegt. Es muss nur der ZEP gesetzt werden und der N auf N geklemmt werden. Danach kann eine Fehlersuche wie wir sie zum Brunnengebäude versucht haben, durchgeführt werden.

Die Station 1 ist der geeignete Ort, um innerhalb eines Tages die Ertüchtigung der galvanischen Ströme zu eliminieren. Die induktive Beeinflussung durch die Einzeladern lässt sich leider nicht vermeiden und muss billigend in Kauf genommen werden.

Ich war sehr erfreut, dass die HV Kabel mit ihren Erdungsbeidrähten schon korrekt behandelt worden waren. Der Standard in Bonn Beul ist aus EMV Sicht schnell zu erreichen.

Der Fehler im Brunnenhaus kann schon jetzt versucht werden zu finden und zu beseitigen.

Karl - Heinz Otto

Dipl.-Ing. / Dipl.-Wirtschafts-Ing.

Seite 27: KAB Bonn Beul elektrische Bestandserfassung

Dieser Ort würde sich auch eignen, um mit den anderen interessierten Verantwortlichen einen Bereich gemeinsam zu ertüchtigen. Es soll den Beteiligten die „Angst“ genommen werden und gezeigt werden wie solch eine Ertüchtigung möglich ist.

Danach sollte eine Messtechnische Erfassung des ZEPs gemacht werden.

Düsseldorf, Konstanz den 27.03.2020