



# Projektierung eines Prüfstandes für Leistungsschalter zur Primärstromprüfung

## Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Science (B.Sc.)“ im Studiengang  
Wirtschaftsingenieur der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, Fakultät für  
Maschinenbau und der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität  
Hannover

vorgelegt von

Name: Duhn



Vorname: Stefan



Prüfer: Prof. Dr. M. H. Breitner

Ort, den\* Hannover, den 04.03.2014

\*(Datum der Beendigung der Arbeit)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation und Relevanz . . . . .	1
1.2 Vorgehen und Ziele . . . . .	2
<b>2 Leistungsschalter</b>	<b>3</b>
2.1 Vorgänge beim Ausschalten von Schaltgeräten . . . . .	4
2.2 Löschen des Schaltlichtbogens . . . . .	8
2.3 Leistungsschalter in der Niederspannung . . . . .	11
2.4 Auslöseeinheit eines Leistungsschalters . . . . .	13
2.5 Vorteile eines Leistungsschalters . . . . .	15
<b>3 Primärstromprüfung</b>	<b>16</b>
3.1 Theoretischer Hintergrund . . . . .	16
3.2 Zielsetzungen durch Prüfungen . . . . .	18
3.3 Forderungen nach Prüfungen . . . . .	19
3.3.1 Privatrechtliche Verträge . . . . .	19
3.3.2 Erhaltung des ordnungsgemäßen Zustandes . . . . .	19
3.3.3 Feuerversicherungsverträge . . . . .	20
3.4 Rechtliche Bedeutungen . . . . .	20
3.4.1 Unfallverhütungsvorschriften . . . . .	21
3.4.2 Technische Normen . . . . .	21
3.4.3 VDE-Bestimmungen . . . . .	21
3.5 Rechtliche Konsequenzen . . . . .	22
3.5.1 Strafrecht . . . . .	22
3.5.2 Zivilrecht . . . . .	23
3.6 Kabel- und Anlagenschutz . . . . .	24
3.7 Istzustand . . . . .	30
3.8 Probleme . . . . .	37
3.9 Ziele . . . . .	38

<b>4</b>	<b>Konstruktion des Prüfstandes</b>	<b>40</b>
4.1	Einleitung . . . . .	40
4.1.1	ODEN AT Steuereinheit . . . . .	41
4.1.2	ODEN S Transformatoreinheit . . . . .	41
4.1.3	Unterteil . . . . .	43
4.2	Planung . . . . .	44
<b>5</b>	<b>Programmierung der Excel-Datei</b>	<b>70</b>
<b>6</b>	<b>Analyse des Prüfstandes</b>	<b>73</b>
<b>7</b>	<b>Bewertung des Prüfstandes</b>	<b>76</b>
<b>8</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>78</b>
<b>9</b>	<b>Literatur</b>	<b>80</b>
<b>10</b>	<b>Anlagen</b>	<b>83</b>
	<b>Ehrenwörtliche Erklärung</b>	

## 1.2 Vorgehen und Ziele

Zu Beginn wird auf elektrotechnische Grundlagen eingegangen. Es wird aufgezeigt, welche physikalischen Effekte auftreten, wenn ein Stromkreis unterbrochen wird. Die dabei auftretenden Phänomene und Probleme werden hergeleitet und Lösungsansätze, diese zu kontrollieren, werden beschrieben. Anschließend wird die Funktionsweise eines Niederspannungs-Leistungsschalters sowie dessen Vorteile gegenüber anderen Schaltgeräten illustriert.

Darauf aufbauend wird auf die Prüfung von Niederspannungs-Leistungsschaltern eingegangen. Der theoretische Hintergrund einer Primärstromprüfung wird beschrieben sowie die Vorteile dieser Prüfung gegenüber anderen Prüfungen werden dargelegt. Es wird allgemein erläutert, weshalb Prüfungen an elektrischen Betriebsmitteln durchgeführt werden sollen bzw. müssen. Vor diesem Hintergrund werden die rechtliche Bedeutung von Prüfungen sowie die rechtlichen Konsequenzen durch ein Unterlassen beschrieben. Es wird darauf eingegangen, welche Auswirkungen zu hohe Ströme auf Kabel und Anlagen haben. Im Anschluss wird der Istzustand der Primärstromprüfung aufgenommen und die Probleme werden festgestellt. Aus diesen Problemen wird das Ziel definiert, einen Prüfstand zu entwickeln, welcher die Gefahren bei einer Primärstromprüfung reduziert, sowie den Ablauf für das Personal einfacher gestaltet.

Mit AutoCAD wird auf Basis der definierten Ziele ein Prüfstand konstruiert. Dieser wird anschließend in der Praxis analysiert und bewertet.

Im letzten Kapitel wird das gesamte Vorhaben sowie die Umsetzung ausgewertet sowie ein Ausblick gegeben.

## 8 Fazit und Ausblick

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde ein Prüfstand zur Primärstromprüfung von Leistungsschaltern konstruiert. Die Zielsetzungen für den Prüfstand wurden in Abhängigkeit des anfänglichen Istzustandes getroffen und folgendermaßen definiert:

- Gefahrensenkung für das Bedienpersonal
- Optimierung der Prüfzeit

Die Analyse und Bewertung des Prüfstandes, unter Berücksichtigung der definierten Ziele, zeigt, dass die Verwendung des konstruierten Prüfstandes empfehlenswert ist. Die Arbeitssicherheit für das Bedienpersonal ist durch den Prüfstand enorm gestiegen. Es müssen keine erhitzten Leiter mehr direkt angefasst werden, wodurch das Risiko von Verbrennungen entfällt. Auch das Umkippen des Leistungsschalters, welcher das Personal treffen könnte, wird dadurch vermieden, dass der Leistungsschalter durch das *Unterteil* fest mit dem Prüfstand verbunden ist.

Neben der Arbeitssicherheit konnte auch die Prüfzeit optimiert werden. Die Prüfungsdauer eines Leistungsschalters wird mit Hilfe des Prüfstandes sowie der programmierten Excel-Datei um mehr als 70 % reduziert. Der Grund für diese Zeitersparnis liegt in der Verwendung eines *Unterteils* für den ausfahrbaren Leistungsschalter, wodurch dieser durch einfaches Einschieben in das *Unterteil* mit dem Prüfstand galvanisch verbunden ist. Es müssen keine Kabel mehr an den Anschlusskontakten des Leistungsschalters montiert werden. Der entwickelte *Schalt Schlitten* ermöglicht ein schnelles und sicheres Umschalten zwischen den drei Phasen des Leistungsschalters. Die programmierte Excel-Datei ermöglicht die Prüfung mit jedem beliebigen *Primärstrom*. Dieser muss nun nicht mehr ein Vielfaches von  $I_N$  des Leistungsschalters betragen, um die Auslösezeit aus einem logarithmischen Diagramm abzulesen. Hierdurch wird zusätzlich die Genauigkeit der Primärstromprüfung optimiert. Diese Zeitersparnis ist ein deutlicher Vorteil gegenüber dem Ausgangszustand der Primärstromprüfung.

Lediglich das Verladen in ein Servicefahrzeug stellt aktuell noch ein Problem dar. Mit einem Gewicht von ca. 218,435 kg lässt sich der Prüfstand von zwei Personen nicht ohne Hilfsmittel in ein Fahrzeug heben. Hier empfiehlt es sich, eine Auffahrrampe zu konstruieren, um den Prüfstand mit einem PKW transportieren zu können. Somit ließe sich auch das Verladen des Prüfsystems gegenüber dem Ausgangszustand zeitlich optimieren.

Um die Vorteile des Prüfstandes lange in Anspruch nehmen zu können, wird dieser im Anschluss an diese Arbeit vollständig demontiert, sodass der Rahmen pulverbeschichtet

werden kann. Durch diese matt schwarze Pulverlackbeschichtung wird die Oberfläche des Prüfstandes resistenter gegen Chemikalien, Abrieb und Korrosion.

Der projektierte Prüfstand erfüllt alle definierten Ziele. Die Arbeitssicherheit wurde im Vergleich zum vorherigen Prüfungsablauf wesentlich erhöht. Durch die Zeitersparnis von mehr als 70% bleibt die *WISAG Elektrotechnik Nord GmbH & Co. KG* mit der Primärstromprüfung von Leistungsschaltern weiterhin wettbewerbsfähig.