

Praktikumsbericht Fachpraktikum

Praktikumsart:	Fachpraktikum
Student:	Michael Friebe
Matrikelnummer:	3355519
Unternehmen:	Belectric GmbH Zweigstelle Dresden Industriestraße 65 01129 Dresden
Zeitraum:	23.06.2014 – 07.11.2014
Betreuer:	Dipl.-Ing. Lars Fallant

Dresden, 28.08.2014

Sperrvermerk

Dieser Praktikumsbericht enthält vertrauliche Informationen, die der Geheimhaltung unterliegen. Sie dürfen nur für die interne Verwendung zur Kontrolle durch das Praktikantenamt genutzt werden. Eine, auch nur teilweise, Veröffentlichung der Berichte/Belegarbeit darf nur mit Zustimmung der Belectric GmbH, Zweigstelle Dresden, Industriestraße 65, 01129 Dresden erfolgen.

Dresden, 28.08.2014

Inhalt

1. Einleitung	4
2. Praktikumsübersicht	5
3. Tätigkeitsberichte	9
3.1. Montage	9
3.2. Messen, Prüfen, Qualitätskontrolle.....	12
3.3. Wärmebehandlung.....	14
3.4. Wartung, Instandhaltung, Reparatur	16

1. Einleitung

Das 20-wöchige Fachpraktikum im Studiengang Maschinenbau / Energietechnik wurde im Zeitraum vom 23.06.2014 bis zum 07.11.2014 bei der Belectric GmbH am Standort Dresden absolviert.

Das Unternehmen wurde 2001 gegründet und hat ihren Hauptsitz in Kolitzheim. Im Jahre 2010 wurde sie Weltmarktführer bei Freiflächensolarkraftanlagen mit weltweit mehr als 1GWp installierter Leistung als erstes Unternehmen überhaupt. Die Belectric GmbH Gruppe beschäftigt weltweit über 2000 Mitarbeiter in 18 Ländern, am Standort Dresden gehören dieser Gruppe die Adensis GmbH, die Belectric Solarkraftwerke GmbH, die akvatech GmbH und die NTW Härterei Dresden GmbH. Mein Fachpraktikum absolvierte ich bei der Adensis GmbH, welche als Forschungs- und Entwicklungsunternehmen tätig ist. Meine Abteilung war die hausinterne Entwicklungsgruppe *Hybrid*, welche das Konzept der Integration verschiedener Erzeuger und Speicher zu einem Energieversorgungssystem verfolgt. Darüber hinaus sind die Kommunikation und der Erfahrungsaustausch mit anderen Entwicklungsgruppen erwünscht und gegeben, was mir einen Einblick in die Bereiche der Batterietechnik, elektrohydraulische Zerkleinerung, Wärmepumpen, Wasseraufbereitung, allgemeine Konstruktionen im Maschinenbau und metallischen Bearbeitungsmöglichkeiten.



Abb. 1 Firmenlogo Belectric



NTW Härterei Dresden GmbH

Abb. 2 Firmenlogo NTW Härterei

2. Praktikumsübersicht

Datum	Arbeitsplatz	Tätigkeiten	Art der Tätigkeit lt. Praktikumsordnung
Mi, 25.06.2014	Belectric GmbH Dresden	<ul style="list-style-type: none"> - Anlieferung der Lampen - testen der Funktionalität - Anfertigung des Gehäuses für die Lampen: - 1m x 2m Bleche entgraten (wurden vorher schon gebogen und gekantet) - Kästen für die Anlage mit den Abmaßen: 40cm hoch, 30cm breit 	Montage
Do, 26.06.2014	Belectric GmbH Dresden	<ul style="list-style-type: none"> - Verschrauben der beiden Hälften mit M8 Schrauben - Lampen in das angefertigte Gehäuse gehängt - Anfertigung eines Schutzgitters <ul style="list-style-type: none"> - Biegen und Flechsen der Lochbleche - Verbinden der einzelnen angefertigten Lochbleche in Kastenform mit M10 Schrauben - Verlegen der Anschlusskabel innerhalb des Gehäuses - Anschlussklemmen verbinden 	Montage
Fr, 27.06.2014	Belectric GmbH Dresden	<ul style="list-style-type: none"> - Anbringung des Schutzgitters um die Lampen mit Gehäuse - Anfertigung und Montage des Schutzkastens um das Steuergerät - Kabelführungen verlegen - Halterungen für die Kabel innerhalb des Gehäuses - Sicherung gegen Verrutschen des Anschlusskabels beim Durchgang durch 	Montage

		<p>das Schutzgehäuse (Zugentlastung durch Kabelverschraubung 11mm Durchmesser)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wandhalterung für die Lampenkonstruktion erstellen <ul style="list-style-type: none"> - Deckenlöcher bohren und nieten - Aufhängen der Konstruktion mit Stahlseilen 	
Mo, 30.06.2014	Belectric GmbH Dresden	<ul style="list-style-type: none"> - Ausrichten der Lampenkonstruktion für die gerichtete Bestrahlung <ul style="list-style-type: none"> - Umbau der Verankerungen an dem Schutzgehäuse für bessere Stabilität und einfachere Ausrichtungsmöglichkeiten - Anfertigen eines Kantenschutzes für das Schutzgehäuse (sehr hohe Verletzungsgefahr beim Hantieren) 	Montage
Di, 01.07.2014	Belectric GmbH Dresden	<ul style="list-style-type: none"> - Anbringen des Kantenschutzes - Test der Anschlüsse, Test der Verschaltung - notwendiger Austausch der Kabelisolierung (Spannungsfestigkeit und Thermoresistenz waren nicht gegeben) - Austausch des Steuergerätes 	Montage
Mi, 02.07.2014	Belectric GmbH Dresden	<ul style="list-style-type: none"> - Messplatz aufbauen - Quadrantenbestimmung - Ausmessen der Quadranten - anpassen des Abstandes zwischen Messpunkt und Lichtquelle 	Messen, Prüfen, Qualitätskontrolle
Do, 03.07.2014	Belectric GmbH Dresden	<ul style="list-style-type: none"> - U-I-Kennlinie eines PV-Moduls aufnehmen und auswerten → unregelmäßige Kennlinie - PV-Modul (gleicher Typ) gewechselt → 	Messen, Prüfen, Qualitätskontrolle

		unregelmäßige Kennlinie	
Fr, 04.07.2014	Belectric GmbH Dresden	- Messung einer Solarzelle - Messung der Solarzelle bei verschiedenen Temperaturen → unregelmäßige Kennlinie	Messen, Prüfen, Qualitätskontrolle
Mo, 07.07.2014	Belectric GmbH Dresden	- Messung einer Solarzelle mit Shunt-Widerstand für Spannungsabfall → 100Hz flimmern der Lichtquelle erkannt	Messen, Prüfen, Qualitätskontrolle
Di, 08.07.2014	Belectric GmbH Dresden	- Aufnahme von über 50 Kennlinien und Regressionskennlinie bilden	Messen, Prüfen, Qualitätskontrolle
Mo, 14.07.2014	NTW Härterei Dresden GmbH	- Rundgang innerhalb der Härterei - Arbeitsschutzbelehrung - Unterweisung an der Durchlauf-Härteanlage	Wärmebehandlung
Di, 15.07.2014	NTW Härterei Dresden GmbH	- Ablaufausführung an der Durchlauf-Härtemaschine mit hohen Stückzahlen - Härteprüfungen der fertig gehärteten Bauteile	Wärmebehandlung
Mi, 16.07.2014	NTW Härterei Dresden GmbH	- Härteprüfungen der einzelnen Bauteile zu verschiedenen Zeitpunkten des Härtevorgangs - Härtevorgänge mit verschiedenen Bauteilen	Wärmebehandlung
Do, 17.07.2014	NTW Härterei Dresden GmbH	- Beschickung der Durchlauf-Härtemaschine in großen Stückzahlen	Wärmebehandlung
Fr, 18.07.2014	NTW Härterei Dresden GmbH	- Beschickung der Durchlauf-Härtemaschine in großen Stückzahlen - Reinigung der Anlage	Wärmebehandlung
Mo, 21.07.2014	Belectric GmbH Kitzingen	- Überprüfung der korrekten Abklemmung der Batterien - Überprüfung der Dichtungen der Dachhauben der Lüftung - Entfernen aller Dachhauben	Wartung, Instandhaltung, Reparatur
Di, 22.07.2014	Belectric GmbH	- Entfernen der alten Dichtungen an den	Wartung,

	Kitzingen	Dachhauben der Lüftung - Flechsen der seitlichen Ränder der Dachhauben für eine bessere Passform auf dem Container - Anbringen der neuen Dichtungen	Instandhaltung, Reparatur
Mi, 23.07.2014	Belectric GmbH Kitzingen	- Fertigstellen der neuen Dichtungen an den Dachhauben - Überprüfen der Funktionalität der Batteriesensoren innerhalb des Containers - neu Anbringen von Thermosensoren innerhalb der Batterietröge	Wartung, Instandhaltung, Reparatur
Do, 24.07.2014	Belectric GmbH Kitzingen	- fertigstellen Anbringen der Thermosensoren	Wartung, Instandhaltung, Reparatur
Fr, 25.07.2014	Belectric GmbH Kitzingen	- Neuverlegung der Erdungskabel zwischen den Batteriezellen innerhalb der Tröge - Überprüfen aller relevanten Verbindungen	Wartung, Instandhaltung, Reparatur

3. Tätigkeitsberichte

3.1. Montage

In der Belectric GmbH im Bereich der Kraftwerkstechnik wurde zu Forschungszwecken eine Anlage für die Überprüfung von Photovoltaik-Modulen gebaut. Dazu werden spezielle Vollspektrum-Lampen in der eigens dafür vorgesehenen klimatisierten Versuchskammer so verbaut, dass verschiedene gerichtete Messungen möglich sind. Für die sichere und funktionelle Verwendung der Lampen musste eine Konstruktion für die Halterung und die Sicherheit erstellt und montiert werden.

Während dieser Arbeiten und dem Umgang mit technischen Geräten ist vor allem die Sicherheit an erster Stelle zu sehen. Dies gilt neben den fertigen Arbeiten vor allem auch dem Konzept der Konstruktion. Der Umgang mit Materialien oder elektr. Geräten ist nicht nur für sich, sondern für alle umgebenden Personen sicher zu gestalten. Das bezieht sich neben dem sicheren Gebrauch auch auf die Lagerung und Kennzeichnung von möglichen Gefahrenpotentialen, da sich tlw. mehrere Mitarbeiter einen Arbeitsraum teilen. Kabel sollen nicht ungeschützt und chaotisch herum liegen, da diese schnell zu Stolperfallen werden. Auch bei elektr. Geräten ist die sichere Lagerung nach Benutzung und sogar zwischen den Benutzungen einzuhalten.

Die ersten Schritte waren das Testen der Funktionalität der Lampen und die Planung für den Schutzkasten und die Halterung der Lampen inkl. der Abmessungen. Dazu wurden schon vorgekantete und gebogene Bleche auf Maß geschnitten und entgratet um die Handhabung sicherer zu gestalten. Für eine einfachere Konstruktion und evtl. einfachere Nacharbeiten wurde modular gearbeitet und diese Halbeile anschließend zusammengefügt, dabei wurde auf die Verarbeitung von innen nach außen geachtet. Bei der Auswahl der Verschraubungen wurde auf ausreichende Tragfähigkeit mit leichter sicherheitstechnischer Überdimensionierung Wert gelegt. Nachdem die Lampen in dem Gehäuse untergebracht waren [Abb. 5], wurde ein Sicherheitskäfig um das Gehäuse angefertigt um auch die Anschlüsse und Schaltelemente vor ungewollter Berührung oder Beschädigung zu schützen. Dazu wurden Lochbleche zurechtgeschnitten und gebogen und der Kasten wieder aus diesen Einzelteilen verschraubt. Sowie Verankerungen mit Auflageblechen (zur Zugminimierung) auf

der Oberseite angebracht.[sichtbar Abb. 4] Für die Führung des Anschlusskabels durch das Sicherheitsgehäuse wurde eine Kabelverschraubung mit 11mm Durchmesser zur Sicherung gegen Verrutschen montiert[Abb. 4]. Die Fertigung eines weiteren Sicherheitskastens für das Steuergerät[Abb. 6] erfolgte wieder analog dem Sicherheitskasten des Lampengehäuses.

Für die Verankerung an der Decke wurden Löcher gebohrt, diese vernietet und mit Stahlseilen versehen um die Lampenkonstruktion einfach einzuhängen. [Abb. 3]

Trotz vorherigen Abschätzungen zur Handhabbarkeit und dem Gebrauch wurden während der Montage weitere Probleme erkannt und in die Arbeitsschritte eingefügt. Wie die Neumontage der Stahlseilverankerungen an dem Sicherheitsgehäuse der Lampenkonstruktion zur besseren Justierung oder der Fertigung eines Kantenschutzes für das Steuergerät[Abb. 6] und die Unterseite der Lampenkonstruktion, da die ungeschützten Kanten leicht zu Schnittverletzungen führen könnten. Nach dem Test der fertigen Montage mussten einige Elemente ausgetauscht werden, welche dank der modularen Bauweise recht einfach zu bewerkstelligen waren.



Abb. 5 Lampen im Gehäuse von unten



Abb. 4 Lampenkonstruktion mit Stahlseilhalterung



Abb. 3 Deckenverankerung mit Deckennieten und Stahlseilen



Abb. 6 Sicherheitsgehäuse des Steuergerätes mit Kantenschutz

3.2. Messen, Prüfen, Qualitätskontrolle

Für die Überprüfung der genutzten PV-Module wurden in der eigens dafür vorgesehenen klimatisierten Versuchskammer PV-Module gerichtet bestrahlt um die angegebenen Kenndaten bei verschiedenen Bedingungen (Temperaturabhängigkeit, unterschiedliche Einstrahlungen) zu überprüfen. Dazu wurde eine Lampenkonstruktion vorher montiert und eine Versuchsanlage für Dünnschicht-Module eingerichtet. Ziel war die Aufnahme einer Kennlinie bei ausgewählten Bedingungen und die Überprüfung der vom Hersteller angegebenen Leistungen. Allerdings sind diese Angaben Peak-Leistungen also bei STC (Standard-Test-Conditions), also $T = 25^{\circ}\text{C}$, $Q = 1000\text{W/m}^2$ und $\text{AirMass} = 1,5$. Ein Verlauf für niedrigere Einstrahlungen und variierende Temperaturen ist nur theoretisch möglich. Dazu werden die Einstrahlungswerte vorher ausgemessen um die Homogenität der Einstrahlung auf das PV-Modul zu überprüfen. Ausgemessen werden einzelne vorher angefertigte Quadranten [Abb. 8] unterhalb der Lampenkonstruktion mit einem kalibrierten Einstrahlungs-Referenz-Sensor dem SOZ-03 [Abb. 7]. Diese Überprüfung ergab einige Schwankungen was auf den zu geringen Abstand zwischen Messbereich und Lichtquelle zurückzuführen war.



Abb. 7 SOZ-03 Einstrahlungs-Referenz-Sensor[1]



Abb. 8 Quadrantenkennzeichnung und Ausmessung

Nach der Überprüfung und der Bestätigung der Homogenität wurden die ausgerichteten PV-Module ausgemessen. Dabei sind konstante Temperaturen einzuhalten und die genaue Ausrichtung der PV-Module (senkrecht zur Lichtquelle) zu überprüfen. Die U-I-Kennlinien werden mit einem PVPM 1000C aufgenommen [Abb. 9]. Dabei stellte sich eine sehr unregelmäßige Kennlinie ein, selbst wiederholte Messungen auch mit unterschiedlichen PV-

¹ Bild von <http://www.pv-engineering.de/produkte/einstrahlungs-referenzen.html>

Modulen des gleichen Typs führten zu dem gleichen Ergebnis. Deshalb wurden Kennlinienmessungen für eine Solarzelle durch die einfachere Handhabbarkeit vollzogen. Weitere Messungen auch bei verschiedenen Temperaturen ergaben ähnliche Schwankungen und Unregelmäßigkeiten. Die Fehleranalyse konnte in diesem Fall nur über ein Ausschlussprinzip erfolgen und so wurden Messungen mit in der Elektrotechnik üblichen Shunt-Widerständen, welche Parallel geschaltet werden, vollzogen. Eine ausführliche Analyse ergab Schwankungen innerhalb der Lichtquelle, welche im 100Hz-Bereich waren.



Abb. 9 PVP1000C zur Kennlinien-Aufnahme

Die Herangehensweise an solche Problemstellungen erfordert persönliche Flexibilität und vor allem die technischen Möglichkeiten, da ein solcher Versuchsstand noch nicht allgemeingültig vorhanden ist und somit Fehlerquellen erst erkannt werden müssen um sie zu beseitigen oder zu minimieren. Solche Messungen zur Qualitätskontrolle der Module und der Testanordnung sind sehr zeitaufwendig und eine Woche gibt nur einen kleinen Einblick in die Vielfalt und Notwendigkeit verbunden mit den Problemen und der dadurch folgenden Herangehensweise innerhalb eines solchen Bereiches. Dabei war in meinem Bereich nicht unbedingt die Messung das Zeitaufwendigste, sondern vor allem die genaue Planung und Ausführung um die gemessenen Werte auch zur Evaluation nutzen zu können.

3.3. Wärmebehandlung

Die Zugehörigkeit der NTW Härterei am Standort Dresden ermöglichte mir Tätigkeiten und Abläufe einer Metallhärterei kennen zu lernen. Hierbei werden viele Möglichkeiten zur Wärmebehandlung von Metallen angeboten. Neben dem einfachen Härten gehören noch Verfahren wie Carbonitrieren, Einsatzhärten, Vergüten, Weichglühen, Normalglühen und Spannungsarm-Glühen dazu. Praktiziert wird dies mit Hilfe von verschiedenen, speziell für den Anwendungsfall ausgerüsteten Härtemaschinen, welche alle computergesteuert sind. Das Ziel der Härterei ist die Verbesserung der metallischen Struktur und eine dadurch erhöhte mechanische Widerstandsfähigkeit der Metalle. Während meiner einwöchigen Tätigkeit in der Härterei war meine Hauptaufgabe die Beschickung einer Durchlauf-Härteanlage. Diese hat einen magnetischen Bandförderer, welche Kleinteile in hohen Stückzahlen in und durch die unter Schutzgas stehende Verarbeitungskammer führt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Kleinteile gleichmäßig auf dem 300mm breiten Band verteilt sind und der Materialfluss nicht abreißt. Ein derartiges System ist für eine effektive Oberflächenhärtung mit einer Einsatzhärtetiefe von maximal 0,2mm ausgelegt. Während des Durchlaufs werden die Bauteile auf bis zu 950°C erwärmt bevor sie anschließend in einem Ölbad abgeschreckt werden. Während der Erhitzung findet eine Gefügeumwandlung statt. Es bildet sich aus Austenit aus dem vorhandenen Ferrit. Dies führt zu einer erhöhten Löslichkeit an Kohlenstoff in dem Austenit. Es wird auch mehr Kohlenstoff eingelagert, da sich das anfänglich vorhandene Zementit (Fe_3C) auflöst. Der rasche Abkühlvorgang und die zusätzlich gebundenen Kohlenstoffatome führen zu einer Gitterstrukturveränderung. Das nun vorhandene Martensit besitzt ein kubisch-raumzentriertes Gitter und eine deutlich erhöhte Härte, allerdings auch eine erhöhte Sprödigkeit. Dies soll vermieden werden und das Bauteil wird im nächsten Schritt, nach vollständiger Abkühlung und Säuberung wieder erwärmt. Das sogenannte Anlassen erfolgt bei Temperaturen zwischen 200°C und 400°C über eine längere Zeit. Diese Temperatur wird je nach Anforderungen an das Bauteil unterschiedlich lange gehalten. Denn während dieser Phase verringert sich die Härte des Bauteils wieder und die Zähigkeit steigt, was zu einer erhöhten Widerstandsfähigkeit gegen Bruch und Rissausbreitung führt. Anschließend werden die Bauteile erneut gewaschen und getrocknet. Der gesamte Vorgang von dem Einfahren in den Durchlaufofen über das Abschreckbecken und den Anlassofen bis zum endgültigen Waschen und Trocknen erfolgt in

einem Fluss auf dem magnetischen Förderband. Anschließend werden die fertigen Bauteile einer Härteprüfung unterzogen als abschließende Kontrolle bevor sie weiter gegeben oder verarbeitet werden. Während dieser Woche bestand die Möglichkeit der Überprüfung der unterschiedlichen Härten während der einzelnen Bearbeitungsschritte, was die Unterschiede und die Notwendigkeit der einzelnen Schritte aufzeigt.



Abb. 10 gehärtete Federscheibe zu verschiedenen Zeitpunkten des Härtingsprozesses

3.4. Wartung, Instandhaltung, Reparatur

Innerhalb der Belectric GmbH ist ein Teil der Forschung in Dresden und der Großteil der Fertigung in Kitzingen. Einige Teststände sowie fertige Batterie-Containerkonzepte befinden sich zur weiteren Forschung und Überprüfung während des Betriebes ebenfalls in Kitzingen. Im Bereich der Wartung, Instandhaltung und Reparatur durfte ich bei dieser Gelegenheit den Innopark Kitzingen kennen lernen und am bestehenden Batterie-Container Reparatur- und Wartungsarbeiten durchführen. An den bestehenden Container-Konzepten sind auf Grund des Versuchsstatus ständig Überprüfungen und Überarbeitungen von Nöten. So mussten neben dem Austausch von Isolierungen/Dichtungen für die Container-Belüftungen auch Kabelverlegungen und Messsensoren abgeändert bzw. ausgetauscht werden. Dabei ist auf Grund von anliegendem Strom auf die vorherige Überprüfung der sicheren und erfolgreichen Abklemmung der Spannungsquellen zu achten. Erst dann sind Arbeiten innerhalb eines solchen Batterie-Containers möglich.

Während dieser Woche war es wichtig die Fehlerquellen zu erkennen und diese mit den vorhandenen Mitteln zu beseitigen oder zumindest zu minimieren. So wurde während des Betriebes festgestellt, dass die Dachhauben auf dem Container [Abb. 11], welche die Lüftungsschächte vor Regenwasser und Fremdpartikeln (Laub, grober Staub und auch Insekten) abschirmen sollten mit der Zeit des Betriebes undicht und unzuverlässig geworden sind. Deshalb mussten sämtliche Dichtungen an den Dachhauben entfernt und neu angebracht werden. [Abb. 12] Es wurden veränderte Dichtungsgummis und Schaumstoffdichtungen benutzt als zuvor. Solche Arbeiten sind zerstörungsfrei und sorgfältig auszuführen um nochmalige oder weitere Reparaturen auszuschließen. Außerdem mussten seitlich überstehende Materialkanten der Dachhauben [Abb. 11, untere Kanten] entfernt werden um Spritzwasser zu minimieren und einen verbesserten Transport der Container zu gewährleisten. Ein weiteres Problem ergab die Analyse der Batterien im Innenraum. Hier waren einige Temperatursensoren nicht funktionsfähig und mussten durch neue ersetzt werden. Dazu wurde vorher gezielt analysiert, welche Sensoren an welcher Position fehlerhaft sind. Dies erfolgte über die Analyse des eigens entwickelten BMS (Batterie-Management-System). Diese wurden dann Stück für Stück ausgewechselt, wobei auch hier auf sorgfältiges Arbeiten geachtet werden muss um keine Schäden an funktionierenden Sensoren oder gar an den Batterien zu verursachen. Bei Arbeiten an den

Erdungskabeln [Abb. 13], welche durch nicht fachgerechte Montage, zu nah an den Batteriekontakten lagen, musste zusätzlich der Schutz vor Strom beachtet werden. Da zwar die Batterien nicht mehr im Strang verbunden sind, allerdings immer noch elektr. Ladung auf den einzelnen Batterien liegt und die Arbeiten direkt an den Verbindern und in der Nähe der Pole abläuft. Abb. 13 zeigt, dass die Erdungskabel im Hintergrund nach unten auf den Batterien liegen und der Vordergrund zeigt die Neuausrichtung weg von den Kontakten. Nach Beendigung der Arbeiten an den Batterien wurden alle Verbindungen nochmals überprüft, bevor diese wieder angeklemt wurden.



Abb. 11 Dachhaube auf dem Container



Abb. 12 Dichtungen an den Dachhauben



Abb. 13 Batteriezellen innerhalb der Tröge mit den verbundenen Erdungskabeln (gelb-grün), Vordergrund: aufgestellt, Hintergrund: flach liegend