

1. Einleitung

Das Praktikum im Fachbereich Physik an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität in Frankfurt entsprach genau meinen Interessen. Die Fächer Physik, Chemie und Mathematik sagen mir besonderes zu, da mich die Naturwissenschaften immer wieder faszinieren und sie Antworten auf verblüffende Natur- und Alltagsphänomene geben.

Aus diesem Grund wählte ich die Fächer Mathematik und Chemie (Physik) als Orientierungskurse, auch in Hinblick auf die spätere Studiengangswahl. Allerdings kann man sich in diesen Fächern schwer ein Bild von solchen Beruf machen und sich bspw. in die Arbeit eines Physikers hineinversetzen. Um von diesen Berufen, in denen die Naturwissenschaften eine wichtige Rolle spielen, eine bessere Vorstellung zu bekommen, z.B. wie arbeitet man in solchen Jobs, suchte ich einen Praktikumsplatz mit naturwissenschaftlichen Schwerpunkt. Ich wandte mich deshalb an meine Mathematiklehrerin und meinen Physik- und Chemielehrer, die mir schließlich diesen Praktikumsplatz vermittelten. Allerdings bewarb ich mich auch über Herrn Dr. Prohaska am Chemischen Institut, wovon ich ebenfalls begeistert war. Das Besondere bei beiden Praktika stellte neben dem Einblick in die Berufswelt auch das „Schnuppern der Uni-Luft“ dar, weil ich bspw. auch an Vorlesungen teilnehmen hätte können.

Bevor ich mich zwischen den beiden Praktika entschied, hatte ich die Möglichkeit am Physikalischen Institut bei einer Führung einen Einblick in meine Praktikumsstelle zu bekommen, die mich schließlich davon überzeugte, mein Praktikum an der Goethe-Uni im Fachbereich Physik zu machen.

2. Informationen über den Betrieb

Ich absolvierte mein Praktikum im Fachbereich Physik an der Johann Wolfgang Goethe - Universität in Frankfurt in verschiedenen Bereichen. Auf dem Uni Campus Riedberg gibt es in der Physik sechs verschiedenen Institute: Institut für Angewandte Physik, Institut für Biophysik, Institut für Didaktik der Physik, Institut für Kernphysik, Institut für Theoretische Physik und das Physikalische Institut. Die Institute sind wiederum in verschiedene Fachbereiche unterteilt. Ich befand mich hauptsächlich im Physikalischen Institut in den Arbeitsgruppen Ultrakurzzeitspektroskopie und Terahertz-Physik sowie im Kristall- und Materiallabor. Außerdem bekam ich am Institut für Angewandte Physik (IAP) in den Arbeitsbereichen Plasmaphysik und Beschleunigerphysik sowie für einen Tag am Institut für Biophysik einen Einblick in den Berufsalltag. Die unterschiedlichen Arbeitsgruppen werden

von einem Professor geleitet, manchmal arbeitet noch ein weiterer Professor mit, dieser ist meistens schon emeritiert. In den jeweiligen Arbeitsgruppen sind ca. 15-20 Mitarbeiter angestellt. Neben Doktoranden, die ihre Promotionen schreiben, gibt es auch Bachelor- bzw. Masterstudenten, die dort ihre Bachelor/Masterarbeit schreiben.

Die Goethe-Universität hat als Hochschule zwei hauptsächliche Funktionen: Zum einem ist sie als Dienstleister für die Weitergabe von Wissen bzw. die Lehre an Studenten zuständig. Sie „bildet“ Physiker aus, welche später im Forschungsbereich, in der Industrie oder auch in Banken arbeiten, in denen Physiker aufgrund ihres analytischen, logischen und mathematischen Denkens immer wieder sehr häufig gefragt sind.

Zum anderen hat die Universität eine Forschungsaufgabe und ist Grundlagenorientiert. Die verschiedenen Fachbereiche untersuchen physikalische Phänomene Die Forschung in der Physik ist die Grundlage für neue Entwicklungen und Technologien und stellt somit auch einen wichtigen Mitspieler für die Medizin und Industrie dar.

In meinem Praktikum erhielt ich in beiden Aufgabenfelder der Universität Einblicke, sodass Uni-und Berufsalltag von (angehenden)Naturwissenschaftlern kennen lernen konnte.

Zu Beginn meines Praktikums hielt ich mich in der Arbeitsgruppe Ultrakurzzeitspektroskopie und Terahertz-Physik auf. Dort konnte ich vor allem bei der Arbeit mit Lasern zuschauen und mir wurden die verschiedenen Forschungsprojekte vorgestellt. In diesem Fachbereich wurden sehr viele Experimente mit Lasern der Stufe 4 (höchste Stufe) durchgeführt, deren Wellenlänge nicht mehr im sichtbaren Bereich des Auges liegen, allerdings beim Hinschauen eine große gesundheitliche Gefahr für den Menschen darstellen. Deshalb war der praktische Anteil in dieser Gruppe gering. Um die verschiedenen Versuche durchführen zu können, benötigt man zuvor die Bauteile, die sehr oft im Labor selbst gebaut wurden. Beispielsweise durfte ich im Reinraumlabor einen neuen Filter bespannen (Abb.1 und Abb.2). In diesem kleinen Raum, befinden sich nur noch max. 10.000 Teilchen und es gibt „gelbes“ Licht. In diesem Raum werden Proben für Laser durch die Fotolithografie hergestellt. Aufgrund dessen, dass dort mit lichtempfindlichen Fotolack gearbeitet wird und man dies mit dem Entwickeln von Fotos vergleichen kann, braucht man gelbes Licht, da normales „weißes“ Licht den Fotolack zerstören würde. Des Weiteren werden die Proben für Versuche im Reinraumlabor hergestellt, da es sich bei den Versuchen um sehr kleine Längeneinheiten handelt (Pico-Femtometer) und kleinste Staubpartikel den Versuch beeinträchtigen würden. Außerdem durfte ich an diesen Tagen eine Physik-Vorlesung zur Thermodynamik und eine

Vorlesung der Theoretischen Chemie: Einführung in die Quantenmechanik besuchen. Da uns zuvor nur der vertraute Schulunterricht bekannt war, stellte dies eine neue Erfahrung dar und gab uns einen kleinen Einblick in das Studentenleben.

Einen weiteren Teil meines Praktikums verbrachte ich im Kristall- und Materiallabor. In dieser Arbeitsgruppe arbeiteten ca. 14 Leute, darunter sechs Doktoranden. Bevor der praktische Anteil auf uns zukam, gab es eine Führung zu den verschiedenen Kristallzüchtungsprojekten. In diesem Arbeitsbereich wurden die Praktikanten am meisten mit in die Arbeit eingebunden und durften auch selbstständig und alleine in den verschiedenen Laboren arbeiten. Dadurch hatten die Mitarbeiter sehr viel Vertrauen in uns und gaben uns z.B. Schlüssel für die Labore oder ließen uns Versuchsergebnisse für spätere Publikationen alleine ausrechnen. Insofern trugen wir Praktikanten bei der Arbeit auch eine gewisse Verantwortung und mussten bspw. beim Abwiegen von chemischen Substanzen für Versuche, die in eine Doktorarbeit eingebracht werden, akribisch genau arbeiten. Die Mitarbeiter forderten von uns vor allem ihren Anweisungen bei z.B. gefährlichen Arbeiten zu befolgen und nicht ohne vorheriger Erklärung alleine Maschinen zu bedienen. Allerdings waren dies auch die einzigen Erwartungen, sonst stand das freie Arbeiten im Vordergrund. In den Laboren wird auch mit teils giftigen Elementen wie z.B. Arsen, leicht explosiven Stoffen (z.B. Phosphor), sehr reaktionsfreudigen oder auch leicht oxidierende Substanzen (z.B. Cer) gearbeitet. Um mit diesen Stoffen (besser) arbeiten zu können, gibt es eine „Glovebox“ (Bild siehe Anhang). Dies ist eine große Glasbox, in der Überdruck herrscht und welche mit Argon gefüllt ist. Argon ist ein Edelgas und deshalb sehr reaktionsträge und reagiert kaum mit anderen Stoffen und bietet daher gute Bedingungen um mit Stoffen mit den oben genannten Eigenschaften zu arbeiten. Um in dieser Glovebox zu arbeiten, müssen aber vorher die notwendigen Stoffe „eingeschleust“ werden, welchen Zyklus (Vakuum abpumpen/mit Argon füllen) wir auch selber durchführen durften. Anschließend musste ich über drei Handschuhpaare in der Box ca. 10 unterschiedliche Mengen an Phosphor auf fünf Nachkommastellen genau abwiegen.

Eine weitere „größere“ Aufgabe stellte der Bau eines Thermoelements dar, mit dem man die Temperatur messen kann. Nach vorheriger Erklärung und Einführung durch meinen Betreuer durften wir es alleine und selbstständig bauen. Ein Thermoelement besteht aus einer Keramik-Kapillare, welche wir vorher selber mit einer Diamantsäge zuschnitten (Abb.9), in die zwei unterschiedliche Metalldrähte, in diesem Fall Nickel/Nickel-Chrom eingeschoben werden. Dabei schauen an beiden Enden die Drähte heraus. Auf der einen Seite mussten wir die Drähte über Kreuz mithilfe eines Punktschweißgerätes zusammenschweißen (Abb.10) und auf

der anderen Seite die Drähte je nach ihrem Pol mit verschieden farbigen Schrumpfschläuchen versehen. Das Ende mit den überkreuzten Drähten hält man bspw. in den Innenraum eines Ofens. Durch die Wärme werden die Elektronen in den Drähten in Bewegung gebracht, dadurch, dass man unterschiedliche Drähte verwendet, wird der Elektronenstrom unterschiedlich stark gehemmt und es entsteht ein Plus- und Minuspol und letztendlich am anderen Ende eine Spannung. Mithilfe eines Voltmeters kann man diese bestimmen und mit einer Liste, auf der die Spannung in Abhängigkeit zur Temperatur abgetragen ist, die Temperatur bestimmen. Ich durfte als Erinnerung zwei davon bauen und ein weiteres um einen defekten Ofen im Labor zu reparieren, daran kann man wieder erkennen, dass die Praktikanten in die Arbeit eingebunden wurden und durch ihre Aufgaben auch einen „Nutzen“ darstellten.

Als „Souvenir“ durften wir eine Ampulle mit geschmolzenem Cer herstellen. Zuvor mussten wir dafür ein Quarzrohr bearbeiten. Man verwendet für die Ampulle deshalb Quarzglas, da der Schmelzpunkt von Cer bei $795\text{ }^{\circ}\text{C}$ liegt und bei dieser Temperatur „normales“ Glas schmelzen würde. Die Aufgabe Quarz bei $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ zu verformen erinnerte an die Arbeit eines Glasmachers (Abb.13 und Abb.14). Dabei hatten wir eine Sauerstoff- und Wasserstoffflamme die zusammen die benötigte Temperatur um das Quarzrohr zu verformen lieferte. Die Mitarbeiter wiesen uns wie bei allen Tätigkeiten auf mögliche Gefahren hin, weshalb wir aufgrund der für die Augen empfindlichen hohen Temperaturen eine Schutzbrille tragen mussten. Nach mehreren gescheiterten Versuchen eine Ampulle herzustellen, in der Cer nicht oxidiert (\rightarrow Vakuum erforderlich), konnten wir Cer in der Ampulle durch induktives Erhitzen schmelzen lassen. Da Cer, wie oben schon genannt, sehr schnell an der Luft reagiert mussten wir zuvor die Ampulle abpumpen und mit Argon füllen. Beim Schmelzvorgang floss Strom einer Hochleistungsquelle durch eine Spule, die ein veränderliches Magnetfeld verursachte, welches wiederum Strom induzierte, der durch die Cer-Stückchen floss und sie dadurch schmolzen. Am Ende erhielten wir eine Cer-Ampulle.

Als Abschluss stellten wir in der Arbeitsgruppe Stickstoff-Erdbeer-Joghurt her, was den „krönenden“ Abschluss darstellte. Innerhalb weniger Sekunden wurde aus der Joghurt-Flüssigkeit in einem Topf, durch das Stickstoff mit einer Temperatur von $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, Eis. (Abb.16- Abb.18)

Neben dem Physikalischen Institut, erhielt ich auch Einblicke am Institut für Angewandte Physik. In den drei Arbeitsbereichen, hielt ich mich hauptsächlich in der Plasmaphysik auf (Plasma: 4. Aggregatzustand \rightarrow ionisiertes Gas). Diese Arbeitsgruppe besteht zurzeit aus 10

Bachelor-, 10 Masterstudenten und 9 Doktoranden. Zusätzlich sind in der Arbeitsgruppe drei promovierte Wissenschaftler (darunter mein für den Arbeitsbereich zuständiger weiterer Praktikumsbeauftragter) und eine technische Mitarbeiterin tätig. An diesem Institut durften wir am Anfängerpraktikum II Elektrizitätslehre für z.B. angehende Biophysiker oder Pharmazeuten teilnehmen. Insgesamt führten wir fünf Versuche mithilfe der Versuchsanleitungen durch und uns wurden weitere Experimente vorgestellt, sodass wir wieder in die Arbeit von Studenten miteingebunden wurden (Abb.24 und Abb.25)

In der Plasmaphysik wurde uns ein Plasmabeschleuniger von einem Doktoranden vorgestellt, der Messungen in Bezug auf die Temperatur des Plasmas in Abhängigkeit zum Druck durchführte, bei welcher wir helfen durften. (Abb. 21 und Abb.22)

In der Beschleunigerphysik durften wir an einen Prototyp eines RFQ (radio-frequency quadrupole) Messungen durchführen und zuvor die Messvorrichtung aufbauen. Ein RFQ ist ein Teil eines Linearbeschleunigers, der Protonen beschleunigt. Der Doktorand wollte einen Störkörper, der im weitesten Sinne ein Proton darstellt, durch den RFQ einer beweglichen Anglerschnur, die von einem Motor in Bewegung gebracht wird, durchlaufen lassen. Die Messungen lieferten die durch den Störkörper verursachten Frequenzabweichungen, die bei späterer Inbetriebnahme durch Modifikationen ausgeglichen werden müssen. (Abb.19 und Abb.20)

Den letzten Tag meines Praktikums, durfte ich am Institut für Biophysik verbringen, allerdings arbeitete ich in einem Biochemielabor, indem dortige Biochemiker Proben für spätere Laser-Versuche zubereiten. Ich führte eine Gel-Elektrophorese zur Größenbestimmung von Proteinen und durfte bei der Arbeit eines Biochemikers zuschauen. Nachdem ich erfolgreich ein Gel anfertigte, auf dem ich die Proteine von Milch, Eiklar und Blutplasma nach ihrer Größe ordnete. Anschließend wurde das Gel (mit weiteren chemischen Substanzen) an ein elektrisches Feld angeschlossen. Nach Hinzusetzen eines Farbstoffes erhielt ich mein eigenes angefertigtes Gel. (Abb.28 und Abb.29) Des Weiteren konnte ich bei einer kurzen Führung die verschiedenen Versuche, bei denen wieder Laser der Stufe 4 zum Einsatz kamen und wir deshalb Schutzbrillen tragen mussten, kennenlernen. (Abb.26 und Abb. 27).

4. Resümee

Der letzte Tag meines Praktikums war geprägt von der Freude an den letzten Tätigkeiten, aber auch von einem traurigen Abschiedsgefühl. Das Praktikum hatte mir sehr viel Spaß gemacht, ich konnte die Physik aus einer neuen Perspektive kennenlernen. Neben den oftmals

trockenen Physikunterricht, erkannte man, wie lebendig und greifbar die Physik sein kann. Ich konnte neben den Einblicken in die Berufswelt auch das Studieren näher kennenlernen.

Zu Beginn des Praktikums wurde ich allerdings erst enttäuscht, da mein Praktikumsbeauftragter voraussichtlich das komplette Praktikum krank sei. Aufgrund dessen war es an den ersten Tagen etwas unorganisiert und man wurde in eine beliebige Arbeitsgruppe „reingeschoben“, in der ich mich ein wenig, für die für mich zuständigen Mitarbeiter, lästig fühlte. Dies änderte sich aber nach drei Tagen und ich wurde einer anderen Arbeitsgruppe zugeteilt, in der ich freundlich aufgenommen wurde. Die Mitarbeiter nahem sich Zeit für uns und gaben sich Mühe uns praktische Aufgaben zu geben, an denen wir auch selber und eigenständig arbeiten durften. Bei Fragen oder Unklarheiten traf man bei den Mitarbeitern auf eine große Hilfsbereitschaft und man wurde nicht alleine gelassen. Die Aufgaben waren unseren praktischen Fähigkeiten und theoretischen Kenntnissen gerecht und man wurde nicht unter-oder überfordert. Die Versuche, die uns zu getraut wurden, stellten zwar eine neue Herausforderung für uns dar, aber wurden trotzdem unserem Können gerecht.

Dadurch, dass ich in fünf verschiedenen Arbeitsgruppen tätig war, ist das Praktikum sehr abwechslungsreich und vielfältig gewesen und ich erhielt in den unterschiedlichen Bereichen der Physik interessante und neue Einblicke. Die Praktikanten wurden dabei stets freundlich in die Arbeitsgruppen behandelt, man ging zusammen essen und es gab täglich eine Kaffeepause um die Arbeitsgruppengemeinschaft zu stärken.

Ich trat das Praktikum nicht mit großen Erwartungen an, sondern erhoffte mir nur, in den verschiedenen Laboren die Arbeit von Naturwissenschaftlern besser kennenzulernen und dabei auch selber mit eingebunden zu werden. Die drei Wochen Praktikum wurden dieser Erwartung auch gerecht, zwar erhoffte ich mir, wie aus Erzählungen von anderen Praktikanten, die dort ihr Praktikum absolviert haben, im Kristalllabor, für das ich mich auch bewarb, einen Kristall zu züchten, aber diese kleine Enttäuschung wurde durch andere außergewöhnliche Arbeiten ausgeglichen. Außerdem zeigte ich dafür auch Verständnis, da dies die Aufgabe meines erkrankten Praktikumsbeauftragten gewesen wäre, die andern Mitarbeiter hatten dafür keine Zeit, weil sie dazu die Maschine hätten erst reparieren müssen.

Im Großen und Ganzen war es ein gelungenes und tolles Praktikum, bei dem ich viele neue Erfahrungen sammeln konnte und meine Motivation Physik zu studieren, gestärkt wurde.

Franziska Walther (Q1)

