Deutscher Akademischer Austauschdienst
German Academic Exchange Service

Abschlussbericht

über Ihre Stipendienzeit

Nachname, Vorname*	Klicken Sie hier, um Text einzugeben.
E-Mail-Adresse*	Klicken Sie hier, um Text einzugeben.
Stipendienprogramm	DAAD Rise
Förderzeitraum	05.09.22-28.10.2022
Gastland/-ort	Tschechien
Gastinstitution	CEITEC

*Im Rahmen des Abschlussberichts haben Sie die Möglichkeit, freiwillige weitere Angaben zu machen. Sie können Ihren Namen und Ihre E-Mail-Adresse angeben, falls Sie mit einer **Weitergabe dieser Daten an künftige Stipendiatinnen und Stipendiaten** und einer **Kontaktaufnahme** durch diesen Personenkreis einverstanden sind. Bitte beachten Sie, dass diese Angaben nicht erforderlich sind und Sie allein entscheiden, ob Sie diese Daten mitteilen möchten. Eine Einwilligung können Sie jederzeit widerrufen, ohne dass die Rechtmäßigkeit der aufgrund der Einwilligung bis zum Widerruf erfolgten Verarbeitung berührt wird. Richten Sie ggf. Ihren Widerruf über das Portal an den DAAD.

Hinweise:

Der Abschlussbericht ist **spätestens zwei Monate nach Förderende** einzureichen. Er soll Hinweise auf die Situation des Studienfaches im Gastland und die Arbeitssituation an der Hochschule/dem Gastlabor/der Praktikumsstelle enthalten. Insbesondere sollten Sie über die Ergebnisse des Aufenthaltes im Hinblick auf Erfolge und ggf. Hindernisse berichten. Besuche von Fachtagungen und Konferenzen sind ebenfalls von Interesse sowie Anregungen, die der Verbesserung der Arbeit des DAAD dienen.

Kurzstipendiatinnen und -stipendiaten (bis zu einer Förderdauer von 6 Monaten) sollten ergänzend auf folgende praktische Aspekte des Aufenthalts eingehen: Vorbereitung des Aufenthalts, Kontaktaufnahme zur Gastinstitution, Visum/Aufenthaltsgenehmigung, Zahlungsverkehr, Zimmersuche und Miethöhe, Freizeitgestaltung, nützliche Adressen im Gastland. Mit Annahme des Stipendiums (lt. Ziffer 10 der „Allgemeinen Bedingungen für Stipendiatinnen und Stipendiaten des DAAD im Ausland“) haben Sie sich bereit erklärt, dass dieser Bericht ohne Nennung Ihres Namens und Ihrer Kontaktdaten an künftige Stipendiatinnen und Stipendiaten des DAAD zur Information weitergegeben werden kann. Wenn Sie Ihren Namen und Ihre E-Mail-Adresse jedoch gerne mitteilen möchten, um eine eventuelle Kontaktaufnahme zu ermöglichen, tragen Sie Ihre Kontaktdaten bitte oben ein. Aus Gründen des Datenschutzes bitten wir Sie, in Ihrem Abschlussbericht keine personenbezogenen Daten Dritter zu nennen. Dazu gehören alle Informationen, die sich auf eine identifizierte oder identifizierbare natürliche Person beziehen, z.B. Namen, Kontaktdaten, Position im Institut, etc.

Weitere Einzelheiten zur Berichtspflicht sind ggf. in den "Besonderen Bedingungen" enthalten.

Bitte laden Sie den Bericht im PDF-Format über das DAAD-Portal unter dem Menüpunkt **„Berichte – Abschlussbericht“** hoch.

Verlauf des Vorhabens *(Textfeld erweitert sich nach Eingabe automatisch; Formatierungen sind jedoch nicht möglich. Für eine bessere Strukturierung können Sie dieses Formular als Deckblatt nutzen und den Bericht als Anlage beifügen.)*

Siehe Anhang

DAAD Rise Abschlussbericht 2022

Ultrafast dynamics of magnetic phase transitions

05.09.2022 – 28.10.2022 in Brno, Tschechien

Am Central European Institute of Technologie (CEITEC)

Arbeitsgruppe: Nanomagnetism and Spintronic

Praktikantin: Friederike Ringe, Karlsruher Institut für Technologie

Betreuer: Jon Ander Arregi

CZ-PH_EN-4830

1. ORGANISATION

1.1. VORBEREITUNG

1.1.1 INHALTLICH

Ich habe zwei Mal im Vorhinein mit meinem Betreuer telefoniert. Das erste Mal hat er mir das Projekt und die Arbeitsgruppe vorgestellt. Danach hat er mir ein paar Texte zur Vorbereitung zukommen lassen. Er hat sogar ein ausführliches Dokument vorbereitet, was die Grundlagen, perfekt auf meinen Wissenstand angepasst, erklärt hat. Im zweiten Telefonat haben wir dann über meine inhaltlichen Fragen gesprochen. Es wurde nicht von mir erwartet, dass ich etwas zur Vorbereitung lese, da ich ja auch noch mitten im Semester gesteckt habe. Ich wollte zuvor eine vorbereitende Vorlesung an meiner Heimatuniversität hören. Allerdings gab es im vorherigen Semester leider keine passende Vorlesung, sodass ich wenig Vorwissen hatte, ich würde empfehlen, wenn möglich eine Vorlesung zur Vorbereitung zu hören. Bei organisatorischen Fragen hat mein Betreuer mir sehr viel geholfen und mir sogar noch kurz vor meiner Ankunft eine Mail mit allen wichtigen Links für die Straßenbahn usw. geschickt

1.1.2 ORGANISATORISCHES

Eigentlich habe ich nur mit Hilfe meines Betreuers ein Zimmer gesucht und geklärt wann wir uns am ersten Tag treffen. Man braucht kein Visa. Organisatorisch war die Vorbereitung sehr einfach.

1.2. ANREISE

Ich hatte vorher noch etwas Zeit und bin mit dem Fahrrad durch Polen und die Slowakei angereist. Die Hohe Tatra ist zwar von Brno für ein Wochenende zu weit, aber wenn ihr Zeit habt vorher oder hinter dort zum Wandern hinzugehen, kann ich das nur empfehlen. Die Natur dort ist wunderschön. Ansonsten kommt man nach Brno entweder von Prag oder von Wien mit dem Zug.

Da ich auf dem Fahrrad nicht alles mitnehmen konnte, habe ich noch ein kleines Päckchen zum Wohnheim geschickt. Das Wohnheim nimmt aber keine Pakte an, deshalb habe ich die ersten Tage die Poststellen abgeklappert, um mein Paket zu finden. Schickt es also lieber direkt zu einer Poststelle.

1.3. UNTERKUNFT

Ich habe im Wohnheim gewohnt und mir das Zimmer mit einer anderen ausländischen Studentin geteilt. Die Zimmer haben in der Regel eine kleine Küche mit Spüle, Kühlschrank und Herdplatten, aber kein Geschirr oder Töpfe/ Pfannen.

Ich konnte das Zimmer nicht selbst reservieren, weil ich nicht als Studentin hier gemeldet bin. Deshalb hat das eine Mitarbeiterin der Arbeitsgruppe für mich gemacht. Das war für mich also super einfach. Ich habe meine Miete in bar vor Ort bezahlt. Man hätte sie auch überweisen können. Die Mitarbeiter am Gatehouse sind permanent da und sehr hilfsbereit, wenn auch nicht alle Englisch sprechen.

1.4. SPRACHE

Ich habe mich mit einem Niveau von (schlechtem) B2 in Englisch beworben. Es ist mit Sicherheit deutlich einfacher, wenn man besser Englisch spricht, aber es ging schon. Dadurch, dass die Arbeitsgruppe sehr international war, haben alle flüssig Englisch gesprochen. Das hat es mir leichter gemacht. Es wurde auch meistens Englisch gesprochen, sodass ich mich nie ausgeschlossen gefühlt habe.

In Geschäften (Post, Supermarkt, Drogerie,…) sprechen die Mitarbeiter nur selten Englisch. In der Apotheke, Museen usw. eigentlich schon. Manche sprechen auch Deutsch. Ich musste einmal zum Arzt, er hat kein Englisch, aber flüssig Deutsch gesprochen. Es gibt eine Internetseite, auf der man englischsprachige Ärzte findet.

1.5. Sonstiges

Die Lebenshaltungskosten in Brno sind vergleichbar mit denen in Karlsruhe. Insgesamt würde ich empfehlen den Aufenthalt so lang wie möglich zu planen. Ich war acht Wochen hier, davon hatte ich eine Woche Corona konnte dementsprechend nicht arbeiten. Gerne wäre ich noch länger geblieben, da ich erst am Ende eigenständig arbeiten konnte.

2. PROJEKT

Das ursprüngliche Ziel des Projektes war es einen weiteren Teil an einem Lasersetup für ein Pump-Probe Experiment an FeRh Dünnschichten aufzubauen. Da meinem Betreuer allerdings kurzfristig eine gute Möglichkeit ein Paper einzureichen angeboten wurde und die Frist für das Einreichen genau auf meine Abreise gefallen ist, hat sich mein Tätigkeitsfeld verschoben und ich habe weitere Messungen für das Paper durchgeführt.

2.1. KERR-MIKROSKOPIE

Diese Form der Lichtmikroskopie beruht auf dem magnetoptischen Kerr-Effekt (MOKE). Trifft linear polarisiertes Licht auf die Probenoberfläche wird bei der Reflexion die Polarisationsebene abhängig von der Magnetisierung der Probe gedreht. Im Fall unserer Proben führt das zu sichtbaren Kontrasten zwischen ferromagnetischen und antiferromagnetischen Bereichen. Die Magnetisierung der Probe kann beispielsweise durch das Anlegen eines externen Magnetfeldes oder durch das Anwenden von Temperatur beeinflusst werden.

Abbildung 1 zeigt beispielhaft eine Aufnahme einer FeRh Dünnschicht. Zu Beginn der Messung ist die Probe antiferromagnetisch. Durch Anlegen eines externen Magnetfeldes wachsen ferromagnetische Domänen, welche als dunkle Bereiche sichtbar sind.

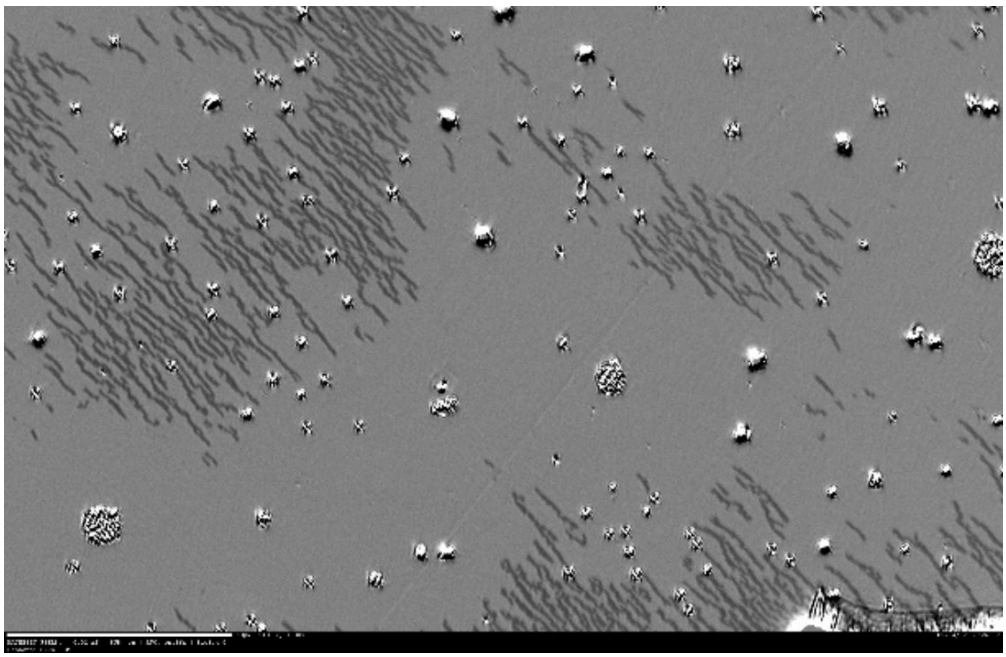


Abbildung 1 FeRh Dünnschicht (200nm) unter einem Kerr-Mikroskop nach Anwenden eines magnetischen Feldes (330mT, in plane)

Ich habe Kerr-Mikroskopie an unterschiedlich dicken FeRh Dünnschichten auf MgO-Substraten und Al_2O_3-Substraten durchgeführt. Die verschiedenen Substrate führen zu einer unterschiedlichen Kristallorientierung in der FeRh Schicht. Ziel der Messungen war es den Einfluss der Richtung des angelegten Magnetfeldes auf das Wachstum, insbesondere die Wachstumsrichtung, der ferromagnetischen Domänen zu untersuchen. Variiert wurden ebenso die Temperatur, die Probendicke und die Kristallorientierung der Probe.

2.2. ULTRAFAST-LASER

2.2.1 THEORIE

Parallel habe ich an meinem ursprünglich angedachten Projekt gearbeitet. Ziel war es das Lasersetup für Pump-Probe Experimente weiter zu justieren. Die grundlegende Idee dieses Experimentes ist es die magnetische Eigenschaft einer Probe durch einen ultrakurzen Laserpuls (ca. 100 fs), den Pump-Puls, zu beeinflussen und gleichzeitig diesen Wechsel mit einem zweiten Laserpuls, dem Probe-Puls, zu detektieren.

In ferrimagnetischen Dünnschichten, wie zum Beispiel einer Co-Fe-Gd Dünnschicht, kann die Richtung der Magnetisierung durch einen Pump-Puls umgekehrt werden. Dieser Effekt wurde 2007 von Stanciu als *All-optical switching of magnetization* beschrieben.

Abbildung 2 zeigt eine Aufnahme am Kerr-Mikroskop von einer magnetischen Probe, deren Magnetisierung auf der linken Hälfte aus der Bildebene heraus zeigt und in der rechten Hälfte in die Bildebene hinein. In einzelnen Punkten wurde die Magnetisierung durch Pump-Pulse umgekehrt.

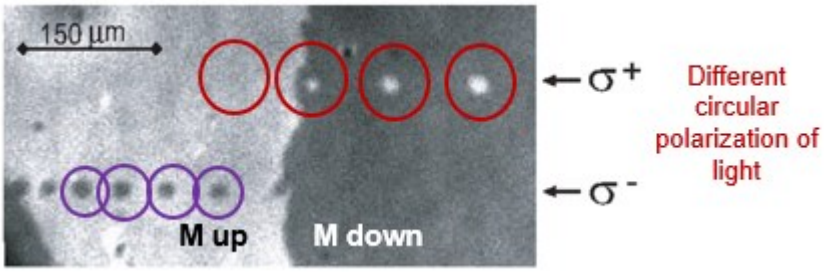
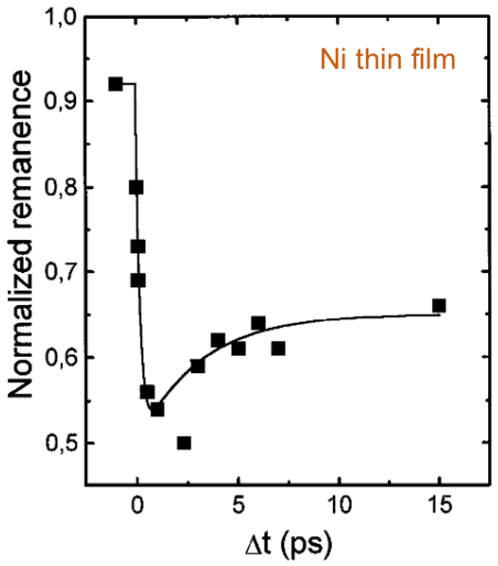


Abbildung 2 All optical switching of magnetization unter dem Kerr-Mikroskop (Jon Ander Arregi, CEITEC)

Außerdem kann in ferromagnetischen Materialien eine Zerstörung der Magnetisierung ausgelöst werden. Diese wurde 1996 von Beaurepaire beschrieben. Der Probe-Puls trifft verzögert auf die Probe, um den neu erzeugten Zustand zu messen. Wenn der Probe-Puls an der Probe reflektiert wird, wird die Polarisation des Laserpulses abhängig vom magnetischen Zustand der Probe gedreht. Durch Messung der Polarisierung des Lichtes lässt sich die Remanenz der Probe angeben. In Abhängigkeit von der Zeit nach Auftreffen des Pump-Puls zeigt sich, dass die Remanenz zuerst stark abfällt und mit der Zeit langsam wieder den Ausgangszustand erreicht (Abbildung 3).



E. Beaurepaire, *et al.*, PRL **76**, 4250 (1996)

Abbildung 3 Normalisierte Remanenz in Abhängigkeit von der Verzögerung nach dem Auftreten des Pump-Pulses

2.2.2 Experimenteller Aufbau

Zur Erzeugung der zwei Laserpulse wird zunächst ein sehr kurzer Laserpuls erzeugt. Dieser wird an einem Teilerspiegel in den Pump-Puls und den Probe-Puls geteilt. Nach einer Einstellung des Pump-Puls an verschiedenen optischen Bauteilen wird er auf die Probe geleitet. Der Probe-Pulse wird über einen längeren Weg auf die Probe geleitet, um eine Verzögerung zu erzeugen. Die Weglänge des Probe-Pulses ist variabel einstellbar, sodass verschiedene Zeitpunkte nach Auftreffen des Pump-Pulses beobachtet werden können.

Wichtig ist eine präzise Einstellung der optischen Bauteile, um eine genaue Messung zu ermöglichen. Darunter zählt unter anderem eine gute Fokussierung des Lasers und eine konstante Höhe des Lasers über seinen Weg hinweg. Dafür habe ich während meines Praktikums die Qualität des Laserstrahls durch Ausrichtung der Spiegel verbessert.

3. Zusammenfassung

Abschließend kann ich ein Praktikum in dieser Arbeitsgruppe ausnahmslos weiterempfehlen. Ich habe fachlich viel gelernt, inspirierende Menschen kennengelernt und mich zu jeder Zeit sehr wohl gefühlt. Außerdem hat mir das Praktikum geholfen für mich herauszufinden in welchem Bereich ich meine Bachelorarbeit schreiben möchte.