

## **Laudatio für MSc. Alexander Engel von PD Dr. Veronika Fritsch**

Sehr geehrte Frau Klima, sehr geehrter Herr Präsident, lieber Alex, sehr geehrte Damen und Herren, der Adolf-Klima-Preis 2020 ist schon etwas Besonderes: er wird an einen Naturwissenschaftler vergeben! Zuletzt war das vor 19 Jahren der Fall, als der Preis an eine Geoökologin ging.

Heute wird eine Masterarbeit aus der Physik ausgezeichnet: die Masterarbeit von Alexander Engel über das Zusammenspiel von magnetischer Frustration und Quantenkritikalität in Palladium-substituiertem YbPtIn.

Alexander Engel hat seine Masterarbeit nicht nur hervorragend geschrieben, er hat auch zuvor im Labor die zu untersuchenden Einkristalle aus der Schmelze und mittels Flusszucht hergestellt und anschließend die in diesen Kristallen auftretenden magnetischen und thermodynamischen Phasenübergänge untersucht. Während die Kristallzucht bei hohen Temperaturen von bis zu 1800°C stattfand, wurden die Messungen der magnetischen und thermodynamischen Eigenschaften bei tiefen Temperaturen durchgeführt, nämlich bei bis zu 50 Millikelvin – das sind fünfzig Tausendstel Grad Celsius über dem absoluten Nullpunkt.

Das Überwinden solch großer Temperaturunterschiede erfordert experimentelles Geschick und Zeit – Zeit in der auch über andere Dinge als Physik gesprochen wurde, wie zum Beispiel darüber, dass Alexander Engels Großmutter mütterlicherseits Edeltraud Schmid in Kammersgrün, in der Nähe von Karlsbad geboren wurde.

Viele von Ihnen fragen sich jetzt vermutlich, warum Phasenübergänge bei derartig tiefen Temperaturen so spannend sind. So ein Phasenübergang kann zum Beispiel der Übergang von einer magnetisch ungeordneten in eine magnetisch geordnete Phase sein. Wird ein kontinuierlicher Phasenübergang zum absoluten Nullpunkt hin verschoben, zeigt das Material auch bei höheren Temperaturen ungewöhnliches Verhalten, das wir quantenkritisches Verhalten nennen. In der Nähe solch quantenkritischen Verhaltens wird oftmals Supraleitung gefunden, also die Möglichkeit elektrischen Strom verlustfrei zu transportieren. Der Zusammenhang zwischen beiden Phänomenen ist noch unbekannt. Bisher ist so ein verlustfreier Stromtransport nur bei sehr tiefen Temperaturen oder unter anderen extremen Bedingungen möglich – also nicht praktikabel für die Anwendung. Quantenkritikalität zu verstehen, kann daher einen großen Schritt in Richtung des viel gesuchten Raumtemperatursupraleiters bedeuten.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, einen Phasenübergang zu verschieben, beispielsweise durch Veränderung der chemischen Zusammensetzung. Das kennen Sie im Winter vom Salzstreuen: das Salz erniedrigt den Gefrierpunkt des Eises und es taut auf der Straße.

Eine andere Möglichkeit ist das Erzeugen magnetischer Frustration. Stellen Sie sich drei magnetische Momente, also kleine Pfeilchen, die entweder aufwärts oder abwärts zeigen können, auf den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks vor. Die Wechselwirkung zwischen diesen magnetischen Momenten ist immer so, dass zwei benachbarte Momente entgegengesetzt ausgerichtet werden. Mit allen drei Momenten gleichzeitig wird das nicht funktionieren – das System ist frustriert. Eine langweilige magnetische Ordnung des Systems wird so verhindert, beziehungsweise zu tieferen Temperaturen verschoben und es entstehen spannende neuartige Zustände. Es ist in etwa so, wie wenn der Bahnvorstand, die GDL und die EVG in Tarifverhandlungen sind und zu streiken beginnen – es gilt nicht mehr der langweilige geordnete Fahrplan, sondern es treten sehr spannende Zustände für die Fahrgäste auf, ob und wie sie ans Ziel kommen.

Alexander Engel hat für seine Masterarbeit Kristalle aus den Metallen Ytterbium, Platin und Indium gezüchtet, welche bei einer Temperatur von etwa 3 K magnetisch ordnen. Diese Temperatur entspricht in etwa der Temperatur des Weltalls. YbPtIn hat eine Kristallstruktur, die dazu führt, dass die magnetischen Momente auf gleichseitigen Dreiecken sitzen. Die Kristalle zeigen deutliche Zeichen magnetischer Frustration.

Alexander Engel hat sodann in diesen Kristallen sukzessive das Platin durch Palladium ersetzt und so die Temperatur des magnetischen Phasenübergangs zu tieferen Temperaturen verschoben. Durch die Herstellung verschiedener Proben mit verschiedenen Graden an innerer Unordnung, wodurch der Grad der magnetischen Frustration beeinflusst wird, konnte er zeigen, dass ein inverser Zusammenhang zwischen dem Auftreten quantenkritischen Verhaltens und magnetischer Frustration besteht.

Professor Gregor Tanner aus der Naturwissenschaftlichen Klasse der Sudetendeutschen Akademie hat über die Masterarbeit von Alexander Engel folgendes geschrieben:

„Die von Herrn Alexander Engel an der Universität Augsburg vorgelegte Masterarbeit ist von hervorragender Qualität und geht deutlich über den üblichen Umfang einer Masterarbeit hinaus. Herr Engel gibt einen sehr guten Überblick über die zu bearbeitende Forschungsfrage zu quantenkritischen Phänomenen an Phasenübergängen bei tiefen Temperaturen, beschreibt den Stand der Forschung und gibt eine schöne Einführung in die Theorie, die auch für Nichtexperten verständlich ist. Herr Engel beschreibt dann ausführlich die experimentellen Herausforderungen und die Ergebnisse gefolgt von einer sehr gründlichen Analyse der Resultate, die - wie mir scheint - erstklassiges Material für eine Veröffentlichung enthält.“

Diesen Worten kann ich mich nur anschließen und gratuliere Alexander Engel herzlich zum Adolf-Klima Preis für seine hervorragende Masterarbeit. Herzlichen Glückwunsch und alles Gute für die Zukunft – in der Hoffnung, dass Deine zukünftigen Experimente genauso erfolgreich wie die Deiner Masterarbeit sind.

## **Dank von MSc. Alexander Engel**

Sehr geehrte Damen und Herren,

ich freue mich heute bei Ihnen sein zu dürfen und dass mir die große Ehre zu teil wird, den Adolf-Klima-Preis entgegenzunehmen.

An erster Stelle möchte ich PD Dr. Veronika Fritsch für die schöne Laudatio danken und Prof. Dr. med. Günter Josef Krejs für die Überreichung des Preises. Außerdem gilt mein besonderer Dank der Stifterin des Adolf-Klima-Preises Frau Luitgard E. Klima sowie der Sudetendeutschen Akademie der Wissenschaften und Künste.

Für mich ist das Themengebiet meiner Arbeit ein wahrhaft spannender Bereich der Grundlagenforschung. Bei sehr tiefen Temperaturen zeigt sich mit jedem Kelvin, dass man den Systemen entzieht der wachsende Einfluss der Quantenphysik. Es ist möglich, exotische physikalische Eigenschaften, frustrierten Magnetismus und sogar Singularitäten in Legierungen zu beobachten, deren Elemente in vielen Gegenständen unseres heutigen Alltags verwendet werden. Aber noch viel mehr hat mich die Vielfalt der wissenschaftlichen Arbeit begeistert, die von praktischer Laborarbeit in der Kristallzucht bis hin zur Interpretation von Phänomenen reicht, die am Rande unseres heutigen Verständnisses der Physik liegen.

Dass ich diese Arbeit erfolgreich vollenden konnte, liegt vor allem an der hervorragenden Betreuung durch PD Dr. Veronika Fritsch, die mir stets hilfreich zur Seite stand und nie müde wurde Fragen zu beantworten. Es war mir eine große Freude mit jemandem zusammenzuarbeiten, der sich sowohl durch seine freundliche Natur als auch durch große fachliche Expertise auszeichnet. Ebenso möchte ich Prof. Dr. Philipp Gegenwart danken für die Möglichkeit meine Masterarbeit am Lehrstuhl für Experimentalphysik VI zu verfassen und natürlich allen Mitarbeitern für die schöne Zeit.

Und schlussendlich möchte ich meiner Familie danken, die mich mein Leben lang unterstützt und gefördert hat und ohne die ich nicht der Mensch wäre, der ich heute bin: meinen Eltern, meiner Schwester, meiner Freundin und meiner Oma Edeltraud, die in Schwaben eine neue Heimat fand.

Ich danke Ihnen.