Projektbericht

Bereich ..... : Physik

Zeitraum ..... : Sommersemester 2018

Projektleiter..... : Dr. Winfried Brüser

Thema..... : Supraleitung

GYMNASIUM SCHILLERSTRASSE Feldkirch

Schuljahr 2017/18

1. Projektbeschreibung

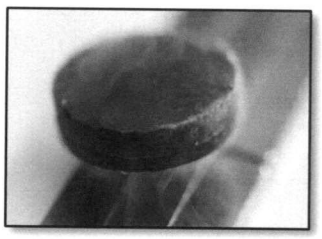
Das Projekt befasste sich mit dem Thema *„Supraleitung"*. Supraleitung ist ein quantenphysikalisches Phänomen, das bei bestimmten Materialien zu beobachten ist, wenn diese auf sehr tiefe Temperaturen abgekühlt werden (auf etwa -180°C). Der elektrische Widerstand verschwindet bei diesen tiefen Temperaturen und elektrische Ströme fließen in diesen Materialien ungehindert und verlustfrei. Bemerkbar macht sich die Supraleitung u.a. in ihrer Wechselwirkung mit äußeren magnetischen Feldern. So schwebt ein Supraleiter, wenn man diesen über einen Magneten hält, infolge seines idealdiamagnetischen Verhaltens. Man bezeichnet dieses Phänomen des freien Schwebens eines Objektes auch als *„Levitation"*.

1911 wurde das Phänomen der Supraleitung erstmals von Kammerlingh Onnes (NL) entdeckt. Ihren Durchbruch erlangte die Supraleitung aber erst richtig in den 80er Jahren des 20. Jhdt. durch die Entwicklung sogenannter keramischer Hochtemperatursupraleiter (HTSL) durch Bednorz (D) und Müller (CH). Beide bekamen 1987 für ihre Arbeiten auf diesem Gebiet den Nobelpreis in Physik. *„Hochtemperatur"* ist dabei ein relativer Begriff. Das Phänomen der Supraleitung ist weiterhin nur bei sehr tiefen Temperaturen zu beobachten. Trotz der erforderlichen Kühlung hat sich durch die neuen *„Hochtemperatursupraleiter"* eine Vielzahl technischer Anwendungen ergeben, die vorher nicht möglich waren.

2. Projektziel

Das Projekt war Teil des Wahlpflichtfaches *„Physik im Experiment"* am Gymnasium Schillerstrasse. Das Projekt gliederte sich in mehrere Schritte. Ziel des ersten Schrittes war es, eine mehre Meter lange Supraleiterbahn mit linearer Spurführung aufzubauen, in Betrieb zu nehmen und zu testen. Im zweiten Schritt sollten Modifikationen an der Supraleiter-Aufnahme (*„Waggon"*) vorgenommen werden, so dass die Vorrichtung eine möglichst lange Zeitspanne im Schwebezustand verharrt mit der Option, durch nach hinten ausströmendes N2-Gas ein Art Antrieb des Waggons zu erreichen. Aspekte des Rückstoßes sollten damit thematisiert werden. Schließlich sollte in einem letzten Schritt die Möglichkeit zum Aufbau einer *„Magnetweiche"* experimentell überprüft werden.

3. Aufbau der Supraleiterbahn



Basis für die Magnetschwebebahn bildeten zwei münzförmige, ca. 5mm dicke und 14mm im Durchmesser betragende, gepresste (gesinterte) Hochtemperatursupraleiter (YBCO). Diese wurden mithilfe von flüssigem Stickstoff auf 77K (-196°C) abgekühlt. Um längere Fahrten zu ermöglichen, wurden die Supraleiter jeweils in ein Teelicht-Gehäuse aus Aluminium gelegt und mit einem Steckschwamm, wie er z.B. für Blumen-Gestecke verwendet wird („Mosy"), als isolierende Umhüllung umgeben.

Für den Aufbau der Magnetbahn fiel die Wahl auf die Verwendung runder Scheibenmagnete. Die runde Magnetform hatte sich bereits für die Gestaltung gebogener Spurverläufe bewährt (wichtig zur Umsetzung einer *„Magnetweiche"*). Und auch für Geraden ergibt sich mit den runden Scheibenmagneten eine sehr hohe Packungsdichte mit nur sehr geringen Zwischenräumen.

Insgesamt kamen 1.500 Scheibenmagnete vom Typ NdFeB mit einem Durchmesser von 8mm und einer Höhe von 5mm der Fa. Supermagnete zum Einsatz. Diese wurden in Form eines dreispurigen *„Halbach-Arrays"*, bei der die Magnetisierungsrichtung zwischen den einzelnen Spuren abwechselt, angeordnet. Als Unterlage und zur Haftung für die Magnete diente ein handelsübliches, 5m langes, Stahlblechband, wie man es z.B. als Magnethaft-Wandleiste verwendet. Für die Führung der Magnete wurden seitlich Holzleisten in einem Abstand von 22mm auf eine Holzunterkonstruktion montiert.

4. Materialkosten

Die Nachkalkulation ergab Kosten aktuell in folgender Höhe:

2 Supraleiter YBCO-14	waren vorhanden	
1.500 Scheibenmagnete S-08-05-N à EUR 0,195 pro Stk.	EUR	292,50
Metallband, 5m	EUR	15,07
Holzunterkonstruktion, Leim, etc.	EUR	61,91
10 Ltr. fl.-N2 à ca. EUR 5,- pro Ltr.	EUR	49,44
4 Elektromagnete à EUR 16,50 pro Stk. (zzgl. MWSt. und Versand)	EUR	86,87
Gesamtbetrag:	EUR	505,79

5. Fachliche und pädagogische Zielsetzung

Erweiterung und Vertiefung der Kenntnisse im Bereich Mechanik, Elektrizität, Magnetismus und Thermodynamik. Planung, Konstruktion und Aufbau eines physikalischen Experimentes inkl. notwendiger Messeinrichtungen. Verantwortungsvoller und sicherer Umgang mit Magneten (NdFeB) und flüssigem Stickstoff (N2-fl) unter Anleitung. Förderung des handwerklichen und kreativen Gestaltens sowie der Zusammenarbeit im Team.

6. Fotodokumentation

Im Anhang befinden sich Bilder, die den Fortschritt beim Aufbau und bei den ersten Tests der Supraleiterbahn dokumentieren.

7. Schule und Ansprechpartner

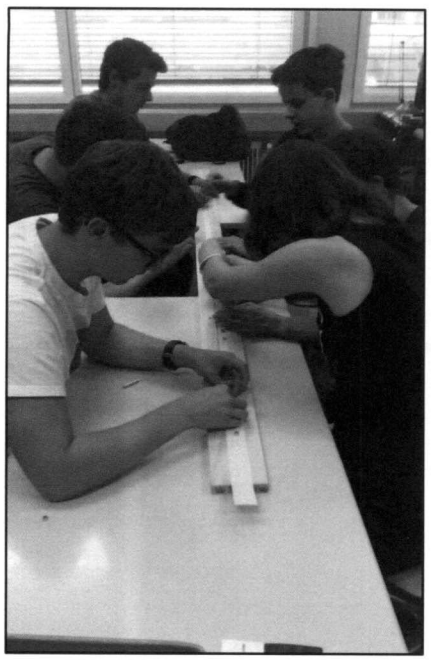
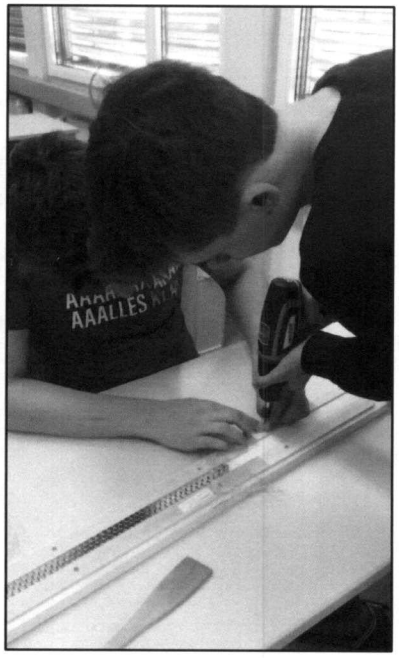
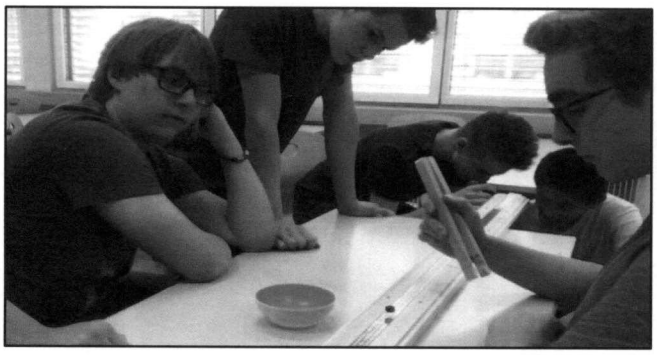
Gymnasium Schillerstrasse
BRG und BORG Feldkirch
Schillerstraße 13
6800 Feldkirch
Vorarlberg/Österreich
T: +43 5522 72051
F: +43 5522 72051 309

(Schulkennzahl 804036)

Dr. Winfried Brüser
Privatadresse:
Douglassweg 22
6773 Vandans
Vorarlberg/Österreich
M: +43 650 5736156
E: w.brueser@vol.at

(Lehrer im Fach Physik und Mathematik)

Feldkirch, den 26.06.18
Ort, Datum

Winfried Brüser
Unterschrift

Anhang: Fotodokumentation (Auswahl)