



SCHWEIZER JUGEND FORSCHT  
LA SCIENCE APPELLE LES JEUNES  
SCIENZA E GIOVENTÙ  
SCIENZA E GIUVNETETGNA

## **Ausgezeichnete Leistungen von vier Lernenden der Berufsmaturitätsschule Zürich am Nationalen Wettbewerb von «Schweizer Jugend forscht» 2023**

22. Juni 2023

Martin Brogle, Leiter BM 1

Die angehende Physiklaborantin Sofie Liz Gnannt und der angehende Physiklaborant Luis Nicklaus Cáceres sind am Nationalen Wettbewerb 2023 von «Schweizer Jugend forscht» (SJf) für ihr Forschungsprojekt «Kunststofftrennung mit Terahertzstrahlung» mit der Auszeichnung «hervorragend» geehrt worden. Die BMS Zürich gratuliert der Jungforscherin und dem Jungforscher aus dem Bildungsgang der BM 1 der Ausrichtung Technik, Architektur, Life Sciences herzlich zum grossartigen Erfolg und der herausragenden Leistung.

Die beiden Lernenden erforschten dabei ein hochaktuelles Thema: Mit der Unterstützung ihres Lehrbetriebs, der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), wollten sie untersuchen, wie Kunststoffarten aufgrund ihrer makromolekularen Eigenschaften unterschieden werden können. Dafür wurden die Möglichkeiten der Terahertz Time-Domain-Spektroskopie (THz-TDS) als Methode zur Klassifizierung von Kunststoffen für die Trennung von verschiedenen Kunststoffarten untersucht. Bei der Terahertzstrahlung handelt es sich um elektromagnetische Wellen im Spektrum zwischen der Infrarotstrahlung und den Mikrowellen. Rund 300 Kunststoffabfallproben aus vier verschiedenen Polymeren wurden mit dieser Methode untersucht. Mit maschinellem Lernen liess sich anschliessend das Computermodell mit Daten der gesammelten Kunststoffproben trainieren, um eine vorgegebene Testmenge an Kunststoffproben in eine der vier wichtigen Kategorien für ihr Recycling einzuordnen.

«Mit dem vertieften Einlesen in die Literatur kam uns der Gedanke, dass unser Vorhaben in der Praxis eigentlich funktionieren müsste», sagt Luis Nicklaus Cáceres. Das Projekt wurde allerdings umfangreicher als geplant. Schon vor der erfolgreichen Teilnahme am Lehrlingswettbewerb Züri Oberland meldeten sich die beiden Lernenden unterstützt von ihrem Berufsbildner Dominik Bachmann für den Nationalen Wettbewerb von «Schweizer Jugend forscht» an. «Wir haben schon im ersten Lehrjahr mit der Terahertz Time-Domain-Spektroskopie (THz-TDS) gearbeitet. Die Breite unserer Ausbildung zum Physiklaborantenberuf sowie die Unterstützung unseres Lehrbetriebs ermöglichte es uns nun im vierten Lehrjahr, unser spezifisches Interesse an der Kunststofftrennung mit den geeigneten technischen Geräten zu erforschen», erklärt Sofie Liz Gnannt. «Der Weg zum Ziel war allerdings herausfordernd, wir mussten rund 300 verschiedene Plastikproben sammeln, dafür haben wir mehrere Tage Müll mit Handschuhen durchsucht», ergänzt Luis Nicklaus Cáceres. Die beiden Lernenden sind seit Beginn der Lehre gewohnt, zusammen zu arbeiten. Dank guter Arbeitsteilung und einer grossen Portion Durchhaltevermögen bilden sie ein starkes Team.

Nach den SJf-Workshops im Januar 2023 erhielten die Jungforschenden mit Dr. Gregory Gäumann einen ausgewiesenen Experten auf dem Gebiet der angewandten Physik und mit dessen Unterstützung konnten die beiden Lernenden das Projekt weiterentwickeln. Er attestiert den beiden Lernenden, dass sie mit ihrer Forschungsarbeit eindrücklich zeigen, wie ein Technologietransfer von der Wissenschaft

zur Lösung eines dringenden gesellschaftlichen Problems realisiert werden kann. Die Erfahrungen am Nationalen Wettbewerb sowie den Austausch mit Expertinnen und Experten bewerten die beiden Lernenden äusserst positiv. Der zugesprochene Sonderpreis führt sie nun im Oktober 2023 nach Mexiko an die MILSET Expo-Sciences International, einer internationalen Jungforschungskonferenz, wo sie die Schweiz vertreten werden.



Das Finale des diesjährigen Nationalen Wettbewerbs von «Schweizer Jugend forscht» fand vom 20. bis am 22. April 2023 an der Universität in St. Gallen (HSG) statt. Sofie Liz Gnannt und Luis Nicklaus Cáceres (BPL19a) wurden für ihre Forschungsarbeit mit dem Prädikat «hervorragend» geehrt.

Alle Angaben zur ausgezeichneten Arbeit können unter folgendem Link oder QR-Code eingesehen werden:

<https://sjf.ch/kunststofftrennung-mit-terahertzstrahlung/>





SCHWEIZER JUGEND FORSCHT  
SCIENCE ET JEUNESSE  
SCIENZA E GIOVENTÙ

Physik/Technik



Sofie L. Gnannt, 16.02.2004  
L. Nicklaus Cáceres, 17.09.1999

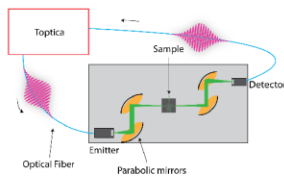


# Kunststofftrennung mit Terahertzstrahlung

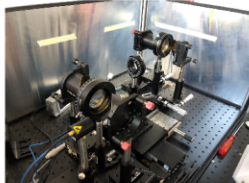
## Fragestellung

Ist es möglich, im Recycling-Prozess die verschiedenen Arten von Kunststoffen für das Recycling mit Hilfe der THz Time-Domain-Spektroskopie (TDS) zu klassifizieren?

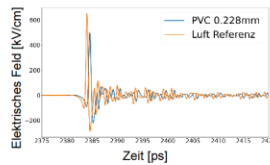
## THz Time-Domain-Spektroskopie



- 0.3 bis 3 THz
- 1 mm<sup>2</sup> Messpunkt
- Interaktion mit dem Material wird gemessen.

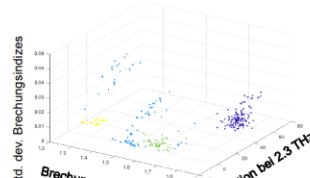
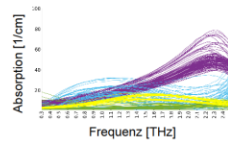


THz-TDS an der Empa



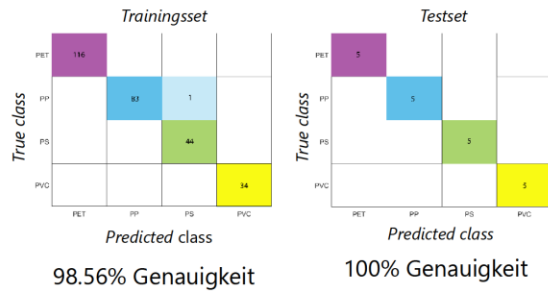
Diese Messung ergibt ein zeitabhängiges Signal.

## Supervised Machine Learning



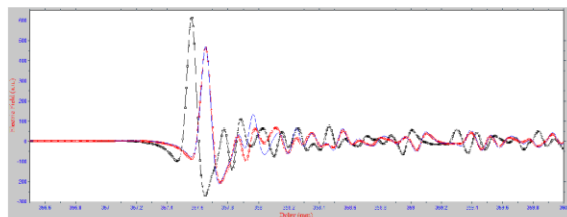
- Extraktion des komplexen Brechungsindizes<sup>1</sup>.
- Auswahl von geeigneten Merkmalen aus der Trainingsmenge.
- Supervised Training von Support Vector Machines (SVMs).
- Validierung des Modells in der Testmenge.

## Ergebnisse



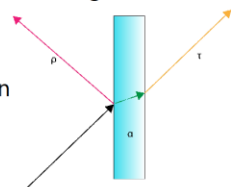
## Weiterentwicklung

Bestimmung der Dicke mittels Mehrfachreflexionen



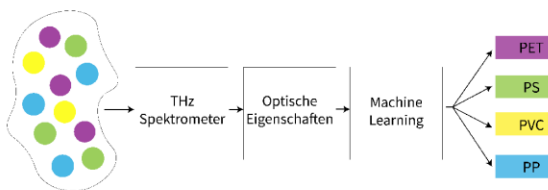
Die Software ReFFIT wurde für das Fitting der Daten verwendet<sup>2</sup>.

Die Reflexionsmessung wurde als Alternative zur untersuchten Methode vorgeschlagen. Diese könnte eine schnellere Datenerfassung ermöglichen.



## Schlussfolgerung

Mit dieser Methode ist es möglich, Kunststoffabfälle in eine der vier wichtigsten Kategorien für ihr Recycling einzuordnen.



Ein Interview mit einem industriellen Recyclingunternehmen bestätigte die Nachfrage nach einem präziseren und flexibleren Klassifizierungssystem, das eine feinere Trennung der Kunststoffe, z. B. nach Herstellern, ermöglicht.

<sup>1</sup> Mavrona E. (2016) *Functionalised Liquid Crystals for manipulating Terahertz radiation*  
<sup>2</sup> Kuzmenko A. B. (2005) . Kramers-kronig constrained variational analysis of optical spectra. *Review of Scientific Instruments*, 76(8):083108

Merlin Studer und Diego Büchi haben von 2020 bis 2022 den Bildungsgang Berufsmaturität nach der Lehre (BM 2-Teilzeit) in der Ausrichtung Gestaltung und Kunst absolviert. Ihre gestalterische Berufsmaturitätsarbeit haben sie nach Abschluss der BMS bei «Schweizer Jugend forscht» eingereicht und sind am diesjährigen Nationalen Wettbewerb mit dem Prädikat «gut» prämiert worden. Auch ihnen gratuliert die BMS Zürich herzlich zu dieser herausragenden Leistung.

Die beiden gelernten Berufsleute stellten sich die Frage, wie stark unsere Erfahrungen und Erwartungen prägend sind für die Wahrnehmung der Handlung in einem Film, der unterschiedliche Realitäten miteinander vereint. Als Ergebnis entstand ein knapp 10-minütiger Kurzfilm, der vertraute Alltagssituationen leicht verfremdet darstellt und die Wahrnehmung der Betrachtenden individualisiert anspricht.

Zu ihrem BMA-Projekt sind die beiden BM 2-Absolventen über ihre beruflichen Interessen gekommen: Diego Büchi absolvierte eine Lehre als Mediamatiker und war bei der Filmproduktion verantwortlich für die Schnitttechnik, die Effekte und die Animation. Merlin Studer arbeitet bereits nebenberuflich als Schauspieler, er übernahm auf dem Set die Hauptrolle sowie die Hauptarbeit beim Verfassen des schriftlichen Kommentars. In Zukunft möchte er die Schauspielkunst zu seinem Beruf machen.

Die beiden Jungfilmer erarbeiteten ein grobes Skript, das sie anschliessend innert fünf Drehtagen verfilmten. «Es waren vor allem die Arbeitsschritte vor dem eigentlichen Filmen, die sehr anspruchsvoll waren, denn es war schwierig, eine Genehmigung für die vorgesehenen Drehorte zu erhalten», erklärt Merlin Studer. Der Film mit dem Titel «As Expected Unexpected» orientiert sich am vorgegebenen Oberthema «Fail». Er zeigt, wie lustvoll und kreativ die beiden Filmmacher das Spiel mit den verschiedenen Realitäten inszenieren und wie subjektiv diese vom Publikum wahrgenommen werden können.

Der SJf-Experte Joel Jent, Dozent im Studiengang Master of Arts in Film an der Zürcher Hochschule der angewandten Künste (ZHdK), lobt das Kurzfilm-Projekt, weil es den beiden Autoren gelungen ist, sich die Eigenheiten der menschlichen Wahrnehmung zunutze zu machen und sie es geschafft haben, durch das Unterlaufen der Erwartung für die Betrachtenden die Türe zu neuen Wahrheiten aufzustoßen.

Die Erfahrungen am Nationalen Wettbewerb bewertet auch Merlin Studer sehr positiv: «Die Expertinnen und Experten stellten viele Fragen und es fand ein reger Austausch mit dem anwesenden Publikum statt.» Er gibt den zukünftigen BMA-Autorinnen und BMA-Autoren mit auf den Weg:

**«Go for it, habt den Mut, euch anzumelden – ihr könnt nichts verlieren, nur gewinnen!»**



Diego Büchi und Merlin Studer (ETK20c) wurden am Nationalen Wettbewerb von «Schweizer Jugend forscht» für ihre gestalterische Berufsmaturitätsarbeit mit dem Prädikat «gut» ausgezeichnet.

Alle Angaben zur prämierten Arbeit sowie der Kurzfilm können unter folgendem Link oder QR-Code eingesehen werden:

<https://sjf.ch/as-expected-unexpected/>



[https://www.youtube.com/watch?v=9I\\_qtkKSxGM](https://www.youtube.com/watch?v=9I_qtkKSxGM)







SCHWEIZER JUGEND FORSCHT  
SCIENCE ET JEUNESSE  
SCIENZA E GIOVENTÙ

Gestaltung/Architektur/Künste



**Diego Büchi**, 15.05.1999  
**Merlin Studer**, 22.08.1998

Berufsmaturitätsschule  
Zürich

# A S E X p e c t e d U n e x p e c t e d



in Kurzfilm von Diego Büchi und Merlin Studer

## Fragestellung

Wie stark bestimmen unsere Erfahrungen und Erwartungen, wie wir die Handlung in einem Film mit unterschiedlichen Realitäten wahrnehmen?

## Methodik

Nachdem wir uns beide auf die vorliegende Idee einigen konnten, erstellten wir ein grobes Skript, das wir anschliessend in fünf Tagen verfilmten. Den Fokus legten wir auch in der anschliessenden Nachbearbeitung auf die Wahrnehmung und das Zusammenspiel der Realitäten.

## Ergebnisse

Unser Ergebnis besteht aus einem knapp 10-minütigen Kurzfilm, der drei verschiedene Realitäten miteinander vereint und so die Wahrnehmung des Zuschauers individualisiert anspricht.

## Diskussion

Obwohl unsere Arbeit am vorgegebenen Oberthema «Fail» ausgerichtet werden musste, fand unser Projekt auch ausserhalb des schulischen Rahmens grossen Anklang. Das Spiel mit den verschiedenen Realitäten lädt zum Diskutieren und Philosophieren ein. Faszinierend ist hier zu sehen, wie jede Person diese Realitäten anders wahrnimmt. Wichtig ist dabei, dass es kein Richtig oder Falsch gibt: nur die eigene Wahrnehmung und die Realität, die durch sie ermöglicht wird, zählen.

## Schlussfolgerungen

«As Expected Unexpected» begann als Projekt mit dem Ziel als Maturarbeit einen Kurzfilm auf die Beine zu stellen. Für uns war es der Startschuss in unsere jeweiligen weiteren Laufbahnen. Spannend wäre es, zu sehen, wie ein solcher Film als langer Spielfilm funktioniert. Mal sehen, was die Zukunft bringt...

# Unexpected