

Haarscharf und erhellend

Silke Stähler-Schöpf leitet das Schülerlabor PhotonLab und erhielt dafür den Georg-Kerschensteiner-Preis 2025.

Maike Pfalz

„**A**ua, du hast mir ein Haar ausgerissen!“ Das klingt wie ein typischer Streit unter Geschwistern – und könnte es auch sein, wenn ich mich mit meinen beiden Kindern nicht gerade im PhotonLab befände. Hier im Schülerlabor am Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching stehen rund 20 Experimente zur Optik, Photonik und Quantenphysik, die sich an Kinder ab der 9. Klasse richten. Manche davon eignen sich aber auch schon für jüngere Kinder wie meine 12-jährige Tochter. Einer der Versuche erlaubt es, die Haardicke zu bestimmen. Und genau das wollen meine Kinder nun ausprobieren, um herauszufinden, wer die dickeren Haare besitzt. Dazu zielt man mit dem Laser auf ein einzelnes Haar und beobachtet auf dem Schirm ein Beugungsmuster, aus dem sich die Haardicke ablesen lässt. So dient das gegenseitige Haareraufen in diesem Fall tatsächlich einem guten Zweck!

Normalerweise bevölkern Schulklassen oder Gruppen von Lehrkräften das PhotonLab. An diesem 2. Mai aber sind wir allein mit Silke Stähler-Schöpf, die das PhotonLab seit der Gründung 2010 leitet und von Grund auf konzipiert hat. Ursprünglich hat sie Physik an der TU München studiert und in Festkörperphysik promoviert. Zu der Zeit war sie allerdings schon mit dem ersten Kind schwanger. Nach

dem Mutterschutz hat sie noch gearbeitet, mit der Geburt des zweiten Kindes blieb sie aber mangels Kinderbetreuung daheim. Als ihr jüngster Sohn in den Kindergarten kam, nahm sie eine Tätigkeit im Museumspädagogischen Zentrum des Freistaats Bayern auf. In diesem Rahmen leitete sie Führungen im Deutschen Museum. „Erfahrung hatte ich in diesem Bereich nicht“, erinnert sich Silke Stähler-Schöpf. „Ich habe mich daher hingesezt und auf eigene Faust Führungen für alle Altersklassen entwickelt – vom Kindergarten und dem Basteln von Sonnenuhren bis hin zur Atomphysik für den Leistungskurs Physik. Das war learning-by-doing.“

2010 entdeckte sie die Stellenanzeige für die Leitung des PhotonLab, das im Zuge der Bewilligung für den Exzellenzcluster „Munich-Center for Advanced Photonics“ (MAP) geplant war. Ziel des PhotonLab war (und ist!) es, der Öffentlichkeit den Spaß an der Physik zu vermitteln, Nachwuchstalente auszubilden und Wissenschaftskommunikation zu betreiben. Am Max-Planck-Institut für Quantenoptik hatte Silke Stähler-Schöpf einst ihre Diplomarbeit geschrieben, daher kannte sie noch einige der dort tätigen Leute. „Für mich war es wie ein Heimkommen. Allerdings war der Einstieg hart: Ich musste mich ziemlich durchbeißen“, erzählt die Physikerin. Damals hatte sie ein nicht mehr genutztes Labor „geerbt“ – mitsamt der Einrichtung. So galt es zunächst, das Labor aufzuräumen und zu entscheiden, welche Geräte und Bauteile für das geplante Schülerlabor noch nützlich sein könnten beziehungsweise welche weg können. „Der Raum stand voller Geräte, aber zum Teil wusste ich gar nicht, um was es sich handelt“, sagt Stähler-Schöpf. Zu den Gerätschaften im Labor zählte unter anderem ein Femtosekundenlaser, der zu einem der ersten Experimente im Schülerlabor wurde.

Nach über zehn Jahren Pause vom Labor arbeitete sich Silke Stähler-Schöpf von Grund auf ein, diskutierte mit den im Institut tätigen Fachleuten aus der Laserphysik, informierte sich im Internet, sichtete das Angebot von Lehrmittelherstellern und hielt die Augen auf nach Versuchen zum Thema Licht, die sie begeisterten. Die ersten Experimente im PhotonLab waren schließlich ein Interferometer, die Haardickemessung sowie die Musikübertragung mit Licht. „Als 2011 die ersten Probeklassen in das Schülerlabor kamen, habe ich die Jugendlichen und die Lehrkräfte gefragt, was sie sich wünschen: lieber ein Experiment, das sie selbst aufbauen müssen, oder eines, das vorjustiert ist.“ Die Antwort war eindeutig: Aufgebaut und vorjustiert sollten die Experimente sein. Diesem Konzept folgt das Schülerlabor bis heute.

Georg-Kerschensteiner-Preis 2025

Thorsten Naeser/MPQ



Silke Stähler-Schöpf erhielt den Georg-Kerschensteiner-Preis 2025 „für ihre herausragenden Leistungen in der Physikvermittlung“, insbesondere als Leiterin des PhotonLabs am Max-Planck-Institut für Quantenoptik. Sie studierte Physik an der TU München und promovierte dort im Bereich Festkörperphysik. Nach einer Kinderpause stieg sie in die Museumspädagogik ein und führte viele Jahre lang Schulklassen durch das Deutsche Museum. Seit seiner Gründung im Jahr 2010 leitet sie das PhotonLab.





Jan Greune (MQV)

Die Bandbreite macht's!

Der Femtosekundenlaser aus der Anfangszeit ist inzwischen abgebaut, weil er in der Anwendung zu kompliziert war. Stattdessen gibt es Wasser als Lichtleiter, Versuche zum 3D-Sehen, zur Holographie, zum Farbsehen, zur Zuckerbestimmung in Cola, zur geometrischen Optik, zur Spektralanalyse, eine optische Pinzette, einen Helium-Neon- sowie einen Rubinlaser und auch moderne Experimente aus der Quantenphysik wie die Erzeugung von Zufallszahlen, zur Quantenkryptographie, einen Quantenradierer oder einen klassischen Doppelspaltversuch. „Das Schülerlabor lebt von seiner großen Bandbreite“, ist Silke Stähler-Schöpf überzeugt. Das meint sie nicht nur auf die thematische Breite, sondern auch auf die Komplexität der einzelnen Aufbauten bezogen, die von vergleichsweise einfach bis ziemlich anspruchsvoll reicht. „Nicht jeder Jugendliche, der hierher kommt, ist begeistert von der Physik.“ Aber Versuche wie die Musikübertragung mit Licht, die das PhotonLab zum Erbeben bringen, fänden auch die unwilligsten Schülerinnen und Schüler cool, fügt sie augenzwinkernd hinzu.

Das PhotonLab steht allen Schulklassen offen – in der Regel ab Klasse 9. Zum Teil behandeln die Experimente

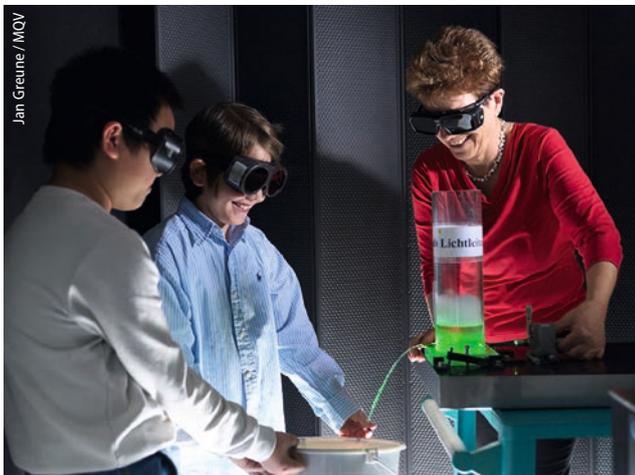
◀ Silke Stähler-Schöpf zeigt den He-Ne-Laser.

Themen aus dem bayerischen Lehrplan, aber häufig gehen sie darüber hinaus. Mithilfe von Einführungsvideos und interaktiven Büchern zu fast allen Experimenten können die Lehrkräfte ihre Schülerinnen und Schüler gezielt auf den Besuch des PhotonLab vorbereiten.¹⁾ Die interaktiven Bücher sind nach dem Konzept des „flipped classroom“ gestaltet, bei dem die Kinder und Jugendlichen zuhause eigenständig lernen. Die Bücher beinhalten zudem Animationen, Quiz, Videos, Hinweise für Lehrkräfte und auch stumme Videos, für welche die Schülerinnen und Schüler die Tonspur selbst aufnehmen müssen. Hier zeigt sich genau, ob sie das Thema verstanden haben und beispielsweise einen gezeigten Versuchsaufbau mit eigenen Worten erklären können.

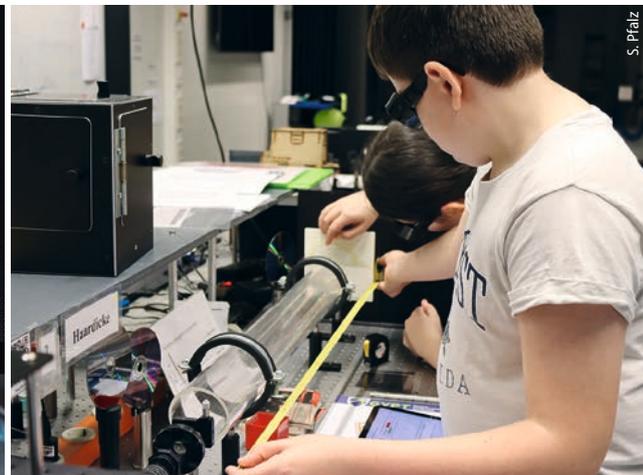
Für das umfangreiche digitale Angebot erhielt das Team des PhotonLab 2021 den LeLa-Preis des „LernortLabor“ in der Kategorie „Schülerlabor digital“. Konkret ging es um das erste interaktive Arbeitsbuch zum Interferometer, das Silke Stähler-Schöpf während der Corona-Pandemie zusammen mit ihrem Team entwickelt hat. „Der Preis war ein schöner Ansporn für uns, das digitale Angebot noch weiter auszubauen“, erinnert sie sich. Inzwischen steht sehr umfangreiches Zusatzmaterial online zur Verfügung, das auch heute noch regelmäßig erweitert wird.

Ein normaler Besuch im PhotonLab dauert für die Schülerinnen und Schüler rund zwei bis zweieinhalb Stunden. Größere Klassen werden aufgeteilt, sodass eine Gruppe von maximal 15 Personen am Vormittag experimentieren kann,

1) <https://photonworld.de/de/photonlab/interaktiv.html>

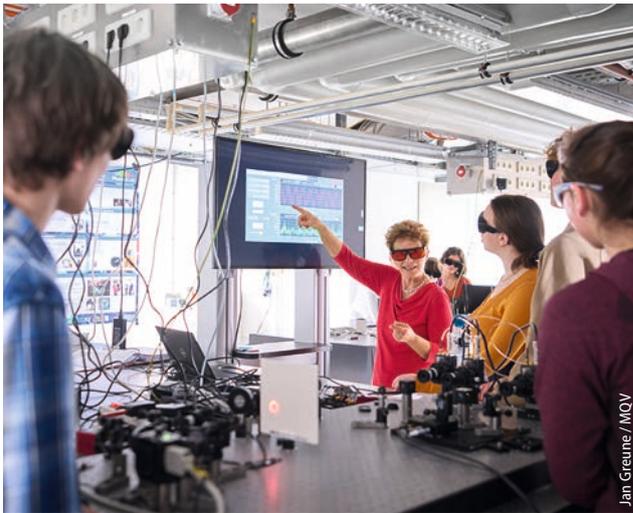


Jan Greune / MQV



S. Pfalz

Im Photonlab dient Wasser als Lichtleiter (links), und mit dem Geodreieck können Kinder die Dicke ihres Haares bestimmen.



Silke Stähler-Schöpf erklärt die Einzelphotonenquelle (links) und demonstriert eindrucksvoll die Wirkung eines Lasers (rechts).

die andere am Nachmittag. Der umfangreichere Quantenkurs dauert sechs Stunden und eignet sich nur für kleinere Gruppen bis maximal 15 Schülerinnen und Schüler, etwa Physik-Leistungskurse. Die Anleitungen für alle Experimente finden sich auf iPads, sodass die Jugendlichen im Schülerlabor auf eigene Faust experimentieren und Physik erleben können.

Von Rang und Namen

Mehr als 23 000 Besucherinnen und Besucher zählt das PhotonLab seit der Eröffnung 2011, alleine im vergangenen Jahr waren es etwa 3000 Personen. Das Schülerlabor ist Monate im Voraus ausgebucht. „Manche Lehrkräfte planen ihre Klassenfahrt so, dass sie auf dem Weg zu ihrem Reiseziel bei uns vorbeikommen können“, freut sich Silke

Stähler-Schöpf. „Wir hatten schon Klassen aus Korea da, aus England, Österreich und der Schweiz!“ Das PhotonLab hat sich längst weit über den Münchner Umkreis hinaus als gute Anlaufstelle in Photonik und Quantenphysik einen Namen gemacht.

Darüber hinaus finden am PhotonLab Lehrkräftefortbildungen statt, Girls Days oder Ferienkurse. Auch Schülerpraktika sind möglich – im vergangenen Jahr haben mehr als 40 Jugendliche ein Praktikum am Schülerlabor absolviert. „Viele davon studieren später Physik und kommen als Werkstudierende wieder zu uns“, berichtet die Leiterin des PhotonLab. Darüber hinaus gibt es einmal im Monat einen Quantenfreitag, zu dem sich jeder anmelden kann. Häufig sind es Eltern, deren Kinder daheim begeistert vom Besuch im PhotonLab berichtet und damit ihre Eltern neugierig gemacht haben.

Für ein sehr breites Publikum von jung bis alt hat Silke Stähler-Schöpf mit ihrem Team sogar eine Hörspielreihe entwickelt. „Alice im Quantenland“ zählt inzwischen drei Folgen und steht auf allen bekannten Streaming-Plattformen kostenlos zur Verfügung und vermittelt auf spielerische und humorvolle Weise die Phänomene und Geheimnisse der Quantenphysik. Sogar Live-Lesungen, etwa im Technoseum in Mannheim, hat es von der Hörspielreihe schon gegeben.

Gewinnbringende Vernetzung

Die Quantenphysik ist ohnehin inzwischen ein sehr wichtiges Thema im PhotonLab, das heutzutage auch Teil des Exzellenzclusters „Munich Center for Quantum Science and Technology“ ist. Die Zusammenarbeit mit dem Exzellenzcluster bezeichnet Silke Stähler-Schöpf als sehr gewinnbringend, weil sie sich fachlich mit den Kolleginnen und Kollegen eng austauschen kann. „Die ersten Jahre im PhotonLab war ich weitgehend auf mich allein gestellt, aber inzwischen habe ich Kolleginnen und Kollegen, die



Der Physik-Nobelpreisträger Ferenc Krausz hat das PhotonLab ins Leben gerufen und gratulierte 2024 zu 21 000 Besuchern. ▶



Katharina Jarrah

mich großartig unterstützen“, freut sie sich. Ohne Sonja Ertlová und Moritz Dorband etwa könnte sie die steigende Zahl an Schulklassen nicht bewältigen. Die Mitarbeiterstellen sind möglich durch die Kooperation mit dem MCQST, die Anbindung an das Munich Quantum Valley und das Projekt zur Wissenschaftskommunikation „Quanten(t)räume“, das eine Förderung durch das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt erhält. Auch aus dem Fachbereich Didaktik der LMU München hat Silke Stähler-Schöpf Unterstützung in ihrem Schülerlabor.

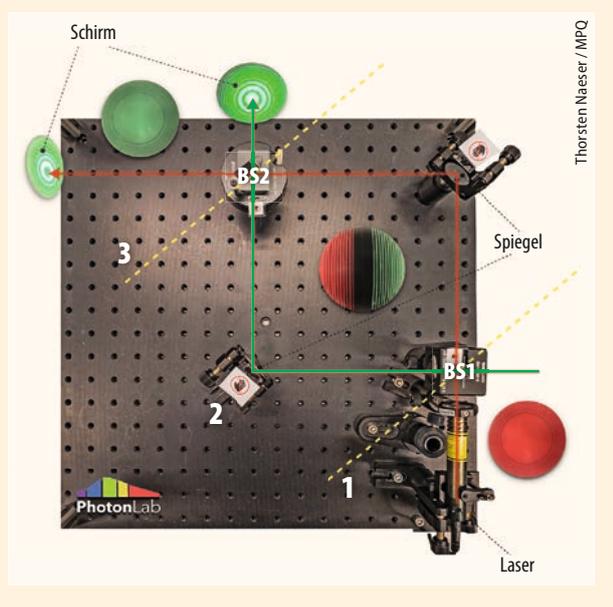
Darüber hinaus arbeitet sie eng mit der Arbeitsgruppe von Steffen Glaser an der TU München zusammen. Daraus ist eine 30-minütige Einführung „Vom Qubit zum Quantencomputer“ entstanden (**Infokasten**), die anhand des Mach-Zehnder-Interferometers verständlich die Grundzüge des Quantencomputings erklärt. Kugeln fungieren hier als Modell für ein Qubit. Sehr anschaulich sind auch die bunten Quantenwürfel im PhotonLab, die dazu dienen, Verschränkung zu demonstrieren. „Auch Jugendliche, die von Quantenphysik noch nichts gehört hatten, kann man damit die Grundlagen anschaulich machen“, ist Silke Stähler-Schöpf überzeugt. Allerdings gebe es auch viele quantenphysikalische Experimente, die sie für zu kompliziert hält. „Ich muss schon aufpassen, dass wir vom Niveau nicht zu weit abheben.“ Die Experimente zum

Quantencomputing seien daher auf die Oberstufe ausgerichtet. Wenn die Jugendlichen aber sehr fit und interessiert seien, könne man auch Quantenteleportation erklären und den Bezug zu aktuellen Forschungsthemen des Instituts herstellen, erklärt Silke Stähler-Schöpf. „Solche aktuellen Themen interessieren die Jugendlichen besonders!“

Zu solchen Themen dringen wir bei unserem Besuch im PhotonLab natürlich nicht vor – dazu sind meine Kinder noch zu jung. Mit Versuchen zur Holographie oder zur Zuckerbestimmung kommen sie aber gut klar und nehmen die Begeisterung für Physik auch mit nach Hause. Fast noch wichtiger für meine Tochter war neben dem Experimentieren aber eines: dass ihr Haar fast 30 Mikrometer dicker ist als das ihres Bruders!

Vom Qubit zum Quantencomputer

Das Q-Bead-Modell aus der Arbeitsgruppe von Steffen Glaser an der TU München bietet einen verständlichen Zugang in die Welt der Quanten: 3D-gedruckte Kugeln visualisieren die Q-Beads (Qubits).¹⁾ In einem Gedankenexperiment nehmen einzelne Photonen im Mach-Zehnder-Interferometer den gleichen Weg (rot) wie das Laserlicht. Die Wahrscheinlichkeit für den roten Weg liegt also bei 100 Prozent. Die Kugel zeigt mit der roten Seite nach oben. Nach dem Strahlteiler BS1 sind der rote und grüne Weg in Superposition – der schwarze Ring der Kugel zeigt nach oben und symbolisiert das zufällige Messergebnis für beide Wege. Die Kugel hat sich um die x-Achse gedreht. Die beiden Spiegel verändern die Wege nicht. Der zweite Strahlteiler BS2 bewirkt die gleiche Rotation wie BS1 – somit zeigt die grüne Seite der Kugel nach oben. Die Wahrscheinlichkeit, das Photon auf dem oberen Schirm zu messen, liegt bei 100 Prozent. Die optischen Elemente wirken somit als elementare Gatter, welche die Kugel (also das Qubit) drehen. Mithilfe der Verschränkung gelingt eine Einführung in Quantenalgorithmen und damit in die grundlegende Funktion von Quantencomputern.



Thorsten Naeser / MPQ

1) <https://arxiv.org/abs/2410.01446> und „Vom Qubit zu Quantentechnologien“, <https://photonworld.de/de/photonlab/interaktiv.html>