

Enlighten MINT. Den Photonen auf der Spur

Einführung und Überblick

Die Transfermodule

Die Transfermodule, in denen wir fächerübergreifend arbeiten, bilden das eigentliche Herzstück der MINT-Klasse. In den zwei zusätzlichen Wochenlektionen werden wir selbständig forschen, experimentieren und Wissen vielseitig anwenden. Gefragt sind also Kreativität, Neugierde und die Lust, einer Frage nachzugehen. Nebst dem praktischen Einblick in aktuelle Forschungsgebiete eignen wir uns dabei fächerübergreifende Kompetenzen an. Die Fähigkeit zum Beispiel, in einem Team Probleme zu lösen, spielt in Studium und Beruf eine zunehmend wichtige Rolle.

Ausgangspunkt bildet ein Jahresthema, das als roter Faden durch die unterschiedlichsten Fragestellungen und Disziplinen führt. Die folgenden Seiten stellen das Prima-Jahresthema "Enlighten MINT. Den Photonen auf der Spur" vor. Die Abstracts beschreiben, wie die vier Projekte jeweils mit anderen Voraussetzungen und Zielsetzungen an die Fragestellungen herangehen, um das Thema aus einer eigenen Perspektive zu beleuchten.

"Enlighten MINT. Den Photonen auf der Spur"

Licht. Wir alle brauchen es, um in einem dunklen Raum zu sehen. Am Tag erhellt uns die Sonne den Raum, in der Nacht eine Kerze oder Lampe. Wie ein Wasserstrom oder ein elektrischer Strom besteht Licht aus kleinen Teilchen (den Photonen). Können wir also den Lichtstrom ebenfalls für weitere interessante Anwendungen nutzbar machen, so wie das für Wasser und Elektrizität möglich ist? Dies werden wir genauer in diesem Modul anhand von vier Projekten studieren (siehe Abstracts weiter hinten).

In der Tat sind moderne technologische Anwendungen mit Licht (kurz: Photonik) nicht mehr aus unserem Alltag wegzudenken. Photonik ermöglicht die blitzschnelle Übermittlung von riesigen Mengen von Daten mittels Glasfasern, umweltschonende Stromerzeugung mit Photovoltaik-Zellen und kristallklare Bilder auf unseren Smartphones mit Hilfe von Leuchtdioden. Stark gebündelte Lichtquellen (Laser) tasten unsere CDs nach Musik ab, drucken seitenweise Dokumente, ersetzen bei Operationen das Skalpell, lassen uns Neuronen bei der Informationsverarbeitung beobachten o-

der schießen Moskitos vom Himmel, um Malaria zu bekämpfen. Und neuartige, lichtbeugende Materialien sollen es sogar ermöglichen, Harry Potters Tarnumhang zu kreieren.

Photonik ist ein klassisches MINT Thema: Es ist zukunftsgerichtet und interdisziplinär.

Veranstaltungen Schuljahr 2020 / 2021

Damit Sie genügend Luft für den Abschluss der Maturarbeit und die Vorbereitung der Maturprüfungen haben, findet der MINT-Unterricht in diesem Jahr grösstenteils in Halbklassen statt.

10.08.20	Exkursion zu Jenni, Energietechnik	Oberburg
17.08. – 11.09.20	Projekt 1: Let the sparks fly – Wie erzeugen wir Licht?	W 111 / W 117
12.10.-04.12.20	Projekt 2: Spread the word – wie können wir mit Licht kommunizieren?	O 119
01./02.02 oder 04./05.02.21.	Projekt 4: Technik an der TF Bern	TF Bern
15.02.- 12.03.21	Projekt 5: Photovoltaik	O 119
15.03.-11.04.21	Projekt 3: Reach for the stars – Wie empfangen wir Licht?	W 111 / W 117

Detailplan

DIN	Wo	
33	1	Exkursion Jenni Energietechnik
34	2	HK 1 Fluoreszenz
35	3	HK 2 Fluoreszenz
36	4	HK 1 Chemolumineszenz
37	5	HK 2 Chemolumineszenz
38	6	
39		
40		
41		
42	7	HK 1 Lichttelefon
43	8	HK 1 Lichttelefon
44	9	HK 1 Lichttelefon
45	10	HK 1 Lichttelefon
46	11	HK 2 Lichttelefon
47	12	HK 2 Lichttelefon
48	13	HK 2 Lichttelefon
49	14	HK 2 Lichttelefon
50	15	
51	16	
52		
1		
2	17	
3	18	
4	19	
5	20	Mo/Di oder Do/Fr: Workshop an der TF Bern
6		
7	1	Einführung Photovoltaik (ganze Klasse)
8	2	Einführung Photovoltaik (ganze Klasse)
9	3	HK 1 Photovoltaik praktisch
10	4	HK 2 Photovoltaik praktisch
11	5	HK 1 Licht chemisch empfangen
12	6	HK 2 Licht chemisch empfangen
13	7	HK 1 Licht chemisch empfangen
14	8	HK 2 Licht chemisch empfangen
15		
16		
17	9	
18	10	

Projektbeschreibungen

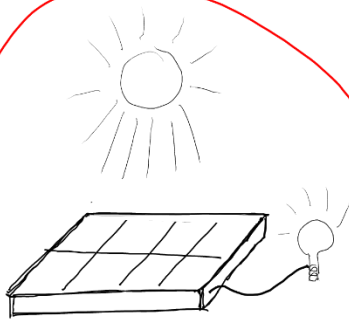
Roter Faden



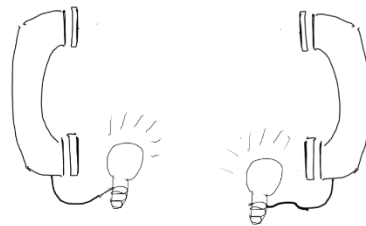
Wie erzeugen wir Licht ?



Licht detektieren



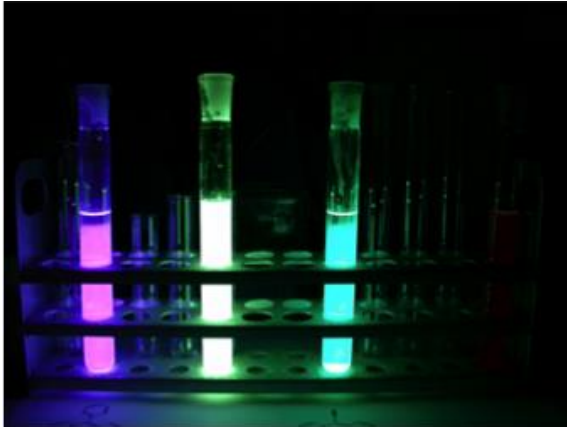
von Licht zu Strom



von Licht zu
Information

Projekt 1: Let the sparks fly - Wie erzeugen wir Licht?

Bevor wir in Projekt 4 der Frage nachgehen, wie Licht detektiert wird, richten wir zuerst einmal unseren Fokus auf die Erzeugung von Licht.



Im **Projekt 1** beschäftigen wir uns mit chemischen Reaktionen, bei denen sichtbares Licht emittiert wird. Im Alltag handelt es sich dabei meistens um Verbrennungsprozesse. Diese laufen bei hohen Temperaturen ab und der grösste Teil der Energie wird in Form von Wärme freigesetzt. Doch es gibt auch Reaktionen, welche Licht bei viel niedrigeren Temperaturen abgeben.

Wie sonst könnte ein Glühwürmchen mit Lichtsignalen mögliche Partner anlocken, oder ein Tiefseefisch mit einer leuchtenden Angel Beutetiere anlocken? Diesen Reaktionen, die bei Raumtemperatur oder sogar darunter ablaufen, wollen wir auf die Spur kommen. Wir befassen uns mit den bei der so genannten Chemolumineszenz ablaufenden Prozessen auf molekularer Ebene ebenso wie mit den daraus resultierenden praktischen Anwendungen. Natürlich werden wir einige faszinierende Experimente im Labor durchführen.

Licht ist jedoch auch für die Energiegewinnung wichtig. Wir werden am ersten Schultag eine Exkursion zum Solarpionier der Schweiz nach Burgdorf unternehmen. Die Jenni Energie AG ist darauf spezialisiert, die Sonne für Gebäude nutzbar zu machen.



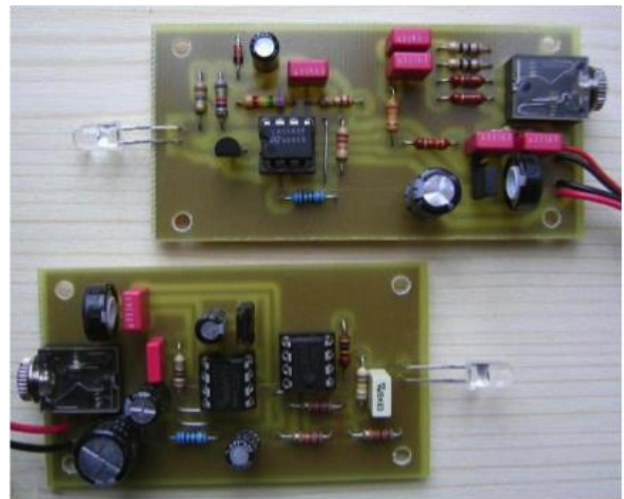
Projekt 2: Spread the word - Wie können wir mit Licht kommunizieren?

Ihr habt mit Freunden beim Loebege abgemacht, doch der Zug verspätet sich infolge einer Stellwerkstörung. Kein Problem, jemand zückt das Handy und teilt die Verspätung den Kollegen mit, ihr könnt euch später irgendwo in der Stadt treffen. Doch wie haben das eigentlich deine Eltern gemacht? Da gab es nur eine einzige stationäre Telefonzelle beim Loebege... Die drahtlose Kommunikation scheint gar nicht so einfach zu sein, Mobiltelefone sind noch nicht lange eine Selbstverständlichkeit.

Alexander Graham Bell, der das „normale“ Telefon erfand, konstruierte auch ein „Photophon“, mit dem 1880 erstmals eine kabellose Telefonnachricht übermittelt werden konnte.

Kurz vor seinem Tod bezeichnete Bell sein Photophon, nicht etwas das Telefon, als seine wichtigste Erfindung.

Wir machen uns auf in die Fußstapfen dieses Genies und basteln mit modernen Bauteilen eigene Lichttelefone. Dabei greifen wir auf das gesammelte Wissen unserer gymnasialen Zeit zurück. Die im Sekunda-Projekt „Astronomie“ vertieften Erkenntnisse der geometrischen Optik werden ebenso gefordert sein wie bereits erworbene Rüstzeug zum Bestücken von Platinen und Zusammenlöten elektrischer Schaltkreise. Und natürlich kommen die in den vorherigen Projekten angeeigneten Kenntnisse über LED-Dioden und Phototransistoren zum Einsatz.



Zweifelslos wird auch kreatives Problemlösen beim Meistern praktischer Probleme gefragt sein: wie können wir den störenden Einfluss von Sonnenlicht minimieren? Und wie können wir auf der anderen Seite bei kurzen Übertragungstrecken einer Übersteuerung des Phototransistors, also einem „Blenden“ des Phototransistors, entgegenwirken? Wie können wir das Licht beim Justieren der Lichttelefone bündeln? Gelingt es uns – wie beim

Handy - gleichzeitig zu empfangen und zu senden, können also beide Parteien sowohl hören als auch ins Telefon sprechen?

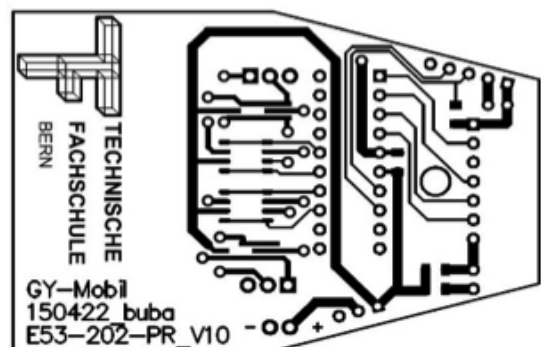
Aber Achtung, seien Sie auf der Hut vor irreführenden Tipps Ihrer Konkurrenz; das letzte MINT-Projekt wird ein Wettbewerb sein! Siegen wird die Gruppe, welche über die längste Distanz mit dem Lichttelefon kommunizieren kann.

Projekt 3: Wie machen's eigentlich die Techniker?

In der Woche vor dem Semesterwechsel findet ein Austausch mit der technischen Fachschule Bern (TFB) statt. Wir verbringen zwei Tage entweder in der Elektronik- oder in der Metallbau-Werkstatt der TFB. In beiden Modulen profitieren wir von einer 1:1 Betreuung durch Lernende der TFB. Die Einteilung in die Kurse erfolgt nach Verfügbarkeit (in dieser Woche finden z.B. auch EF-Exkursionen statt). Wünsche können gegebenenfalls berücksichtigt werden, jedoch ist die Platzzahl bei beiden Modulen beschränkt.

Im Elektronikmodul geht es etwa darum, einen Miniroboter zu bauen, der z.B. selbständig einer schwarzen Linie folgen kann. Dabei geht es darum, die komplette Fertigungskette von A bis Z selbst auszuführen. Dafür benötigen wir das Know-How und die Infrastruktur der TF Bern.

Wir werden also verstehen, wie ein optischer Sensor funktioniert und welche Komponenten zusätzlich erforderlich sind. Nun folgt das Layout der Schaltung und der Zusammenbau (Löten) der Komponenten. Ein C-programmierbarer Mikrokontroller verarbeitet die Signale des Sensors und steuert die Motoren, die den Roboter antreiben.



Schliesslich folgt die Programmierung des Kontrollers und der Test des Programms. Geneigte Programmierer*innen könnten dem Roboter auch andere Aufgaben beibringen. Das Design ist ausserdem so gestaltet, dass

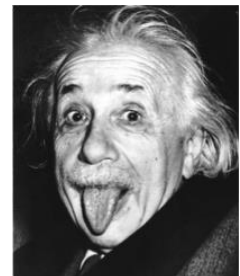
der Roboter mit anderen Sensorplatinen erweitert werden könnte, um ihn z.B. durch Geräusche oder Wärmequellen zu steuern.

Im Maschinenbauprojekt lernen wir z.B. die Funktionsweise pneumatischer Apparate kennen und sehen an einem konkreten Beispiel, wie diese zu bedienen sind. Andererseits lernen wir auch durch eigene Praxis, wie ein Metallbauteil entsteht. Wir beginnen mit der massstabsgetreuen Konstruktionszeichnung am Computer und lassen unser Bauteil (z.B. ein Spitzer aus Aluminium in der Form des Matterhorns) anschliessend von computergesteuerten Fräsmaschinen fertigen.

Spannend an beiden Projekten ist nicht nur der Einblick in die konkreten Arbeitsprozesse in der Elektronik oder im Maschinenbau, sondern insbesondere auch der Erfahrungsaustausch mit Gleichaltrigen, die in einem technischen Berufsfeld tätig sind.

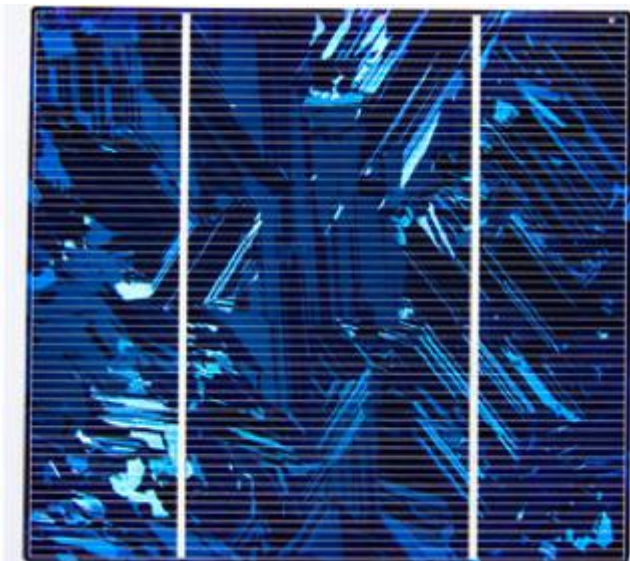
Projekt 4: Reach for the stars - Wie empfangen wir Licht?

Das Jahr 1905 ging als Annus mirabilis (Wunderjahr) in die Weltgeschichte ein. Der damals in Bern lebende Einstein brachte den Begriff des Photons in seiner brillanten Arbeit zum photoelektrischen Effekt ins Spiel. Dies, und nicht etwa seine Verdienste bei der Relativitätstheorie,



brachte ihm den Nobelpreis ein.

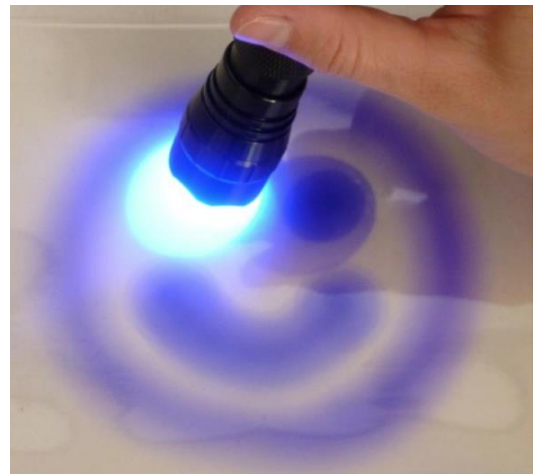
Welche Beobachtungen führten dazu, dass Einstein 1905 ein solches Lichtteilchen postulierte? Wie kann dieser Effekt dazu genutzt werden, Licht zu detektieren? Wir untersuchen in diesem Projekt den photoelektrischen Effekt experimentell. Dabei gehen wir insbesondere auch auf den inneren photoelektrischen Effekt



ein, welcher in speziellen Halbleiter-Bauteilen (Solarzellen) hilft, den gewaltigen Energiestrom der Sonne anzuzapfen und technisch nutzbar zu machen (Solarstrom ist vereinfacht gesagt Strom aus Sand und Sonne). Wie genau gelingt uns das?

Nicht immer sind aber Halbleiter notwendig, um aus Sonnenlicht Strom zu gewinnen. Wir stellen in diesem Projekt unsere eigene Farbstoff-Solarzelle, so genannte Grätzel-Zellen, her, die zur Absorption von Licht organische Farbstoffe verwenden.

Licht kann auch die Energie für chemische Reaktionen liefern oder zur Übertragung, Speicherung und Verarbeitung von Informationen dienen. Denken wir nur an die Photosynthese oder an den Sehvorgang im Auge. Molekulare Sensoren und Schalter, die auf Licht reagieren, werden daher in der Photonik als neue Materialien erforscht. In diesem Modulblock werden sie eine mit Licht beschreibbare Folie herstellen.



Wir werden uns auch mit einer Reaktion befassen, die zwar in den letzten 15 – 20 Jahren viel an Bedeutung verloren hat, aber deswegen noch lange nicht in Vergessenheit geraten ist: Die analoge Fotografie. Wir besprechen, welche chemischen Prozesse ablaufen, und anschliessend belichten wir Fotopapier mit der Lochkamera und entwickeln es.

