

UE Fotometer

Einstieg in Elektronik und Sensorik

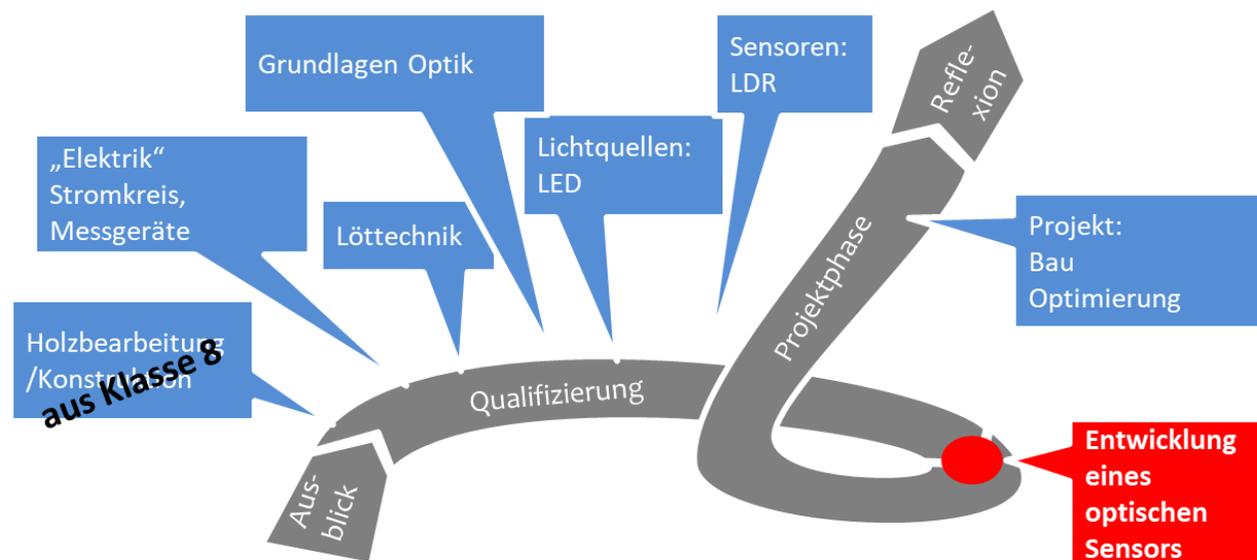
Das Ziel der Unterrichtseinheit ist die Einführung in die Elektronik und die Messtechnik. Sie lernen am Beispiel eines optischen Sensors die Funktionsweise, Einsatzmöglichkeiten und die Verwendung von Sensoren kennen. Dabei entwickeln die Schülerinnen und Schüler einen einfachen optischen Sensor und optimieren diesen. Hierfür benötigen Sie Kenntnisse aus dem Bereich der Elektronik. Sie lernen wichtige elektronische Bauteile kennen und üben, diese richtig zu verschalten und zu dimensionieren.

Im Verlauf der Unterrichtseinheit planen und fertigen die Schülerinnen und Schüler einen optischen Sensor, den sie als Fotometer benutzen können. Damit können Sie für verschiedene Proben deren Trübung, Helligkeits- bzw. Farbabstufungen (und dadurch Konzentrationsänderungen) oder Farbumschläge (z.B. Farbreaktionen) quantitativ erfassen. Sie führen mit diesem eigene Messungen durch, die sie auch selbständig auswerten.

Diese Unterrichtseinheit eignet sich besonders dazu den Zusammenhang zwischen Naturwissenschaft und Technik zu erkennen, da mit einem selbst entwickelten technischen Gerät eigene Untersuchungen durchgeführt werden.

Besonders praktisch ist, dass das Fotometer so universell einsetzbar ist, sodass verschiedene Untersuchungen aus verschiedenen Disziplinen durchgeführt werden können. So können sich die Lehrerinnen und Lehrer mit ihren jeweiligen Fächerkombinationen und ihren Kenntnissen und Interessen einbringen.

Hier dargestellt ist die Grundunterrichtseinheit mit den wesentlichen Inhalten der Qualifizierung zur Entwicklung des Fotometers. Beispiele für mögliche Unterrichtseinheiten, die sich daraus ergeben sind auf den folgenden Seiten gezeigt.



UE Fotometer

Rahmen der Unterrichtseinheit:

- Klasse 9
- Dauer: ca. 22-30 DS
- Möglichkeit zum Lötten
- Zur Realisierung wird ein Multifunktionsraum mit einfachen Maschinen (Dekupiersäge, Bohrmaschine), benötigt.
- Je nach Projektauftrag werden Notebooks bzw. Computer in halber Gruppenstärke benötigt.

Ziele und Schwerpunkte:

- Grundlagen der Elektronik und der Messtechnik
- Entwickeln und Konstruieren
- Optional: Einstieg in das Arbeiten mit der CNC-Fräse

Benötigte Vorkenntnisse:

- Elektrik1, Arduino 1
- Umgang mit Sperrholz, Lötten...

Neue LernBausteine:

- Elektrik2, Schaltungen2

Untersuchung von Milch

Ausblick

Die moderne Lebensmittelindustrie lässt kaum ein Produkt unbearbeitet. Selbst etwas, das so „natürlich“ wirkt wie Apfelsaft durchläuft in der Regel etliche Verarbeitungsschritte, vom Apfel bis zu abgefüllten Apfelsaft.

Auch die Milch wird mehrfach verarbeitet, bis sie aus der Kuh ins Kühlregal kommt. In den Molkereien wird die Rohmilch zunächst mit Hilfe von Zentrifugen Magermilch getrennt. Dann wird bis zum gewünschten Fettgehalt der Rahm wieder zugemischt. Mit optischen Messmethoden kann der Produktionsprozess überwacht und genau geregelt

werden. So kann immer für gleich bleibenden Fettgehalt gesorgt werden und es bleibt immer etwas (teurer) Rahm übrig zur Weiterverarbeitung.

Die Schülerinnen und Schüler lernen den Aufbau von Milch und die Bedeutung der Prozentangaben kennen. Sie verstehen, dass die Verdünnung durch Wasser im Prinzip ein sehr gutes Geschäft wäre. Wie kann man dem auf die Schliche kommen? Die Schülerinnen und Schüler werden motiviert ein Analysegerät zu entwickeln, mit dessen Hilfe man für eine unbekannte Milchprobe den Fettgehalt bestimmen kann.

Qualifizierung (11 DS)

Zu Beginn der Qualifizierung zerlegen die Schülerinnen und Schüler einen Rauchmelder und versuchen dessen Funktionsweise zu „begreifen“.

Daraus leitet sich dann das Grundprinzip eines optischen Sensors ab. Dieses Grundprinzip gibt dann den Fahrplan vor für die weitere Qualifizierung: Die Schülerinnen und Schüler lernen

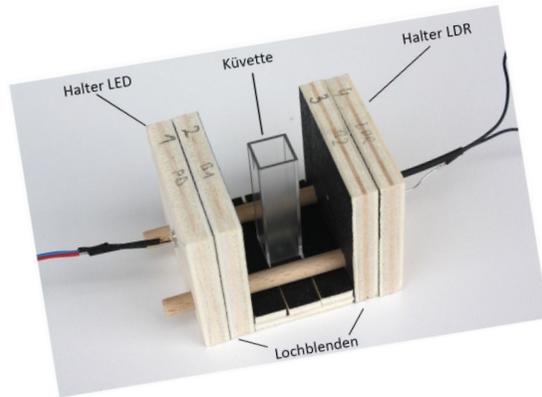
- die benötigten elektronischen Bauteile kennen (LED / LDR), wie sie funktionieren und wie man sie verwendet.
- wie man diese Bauteile beschaltet und wie man einen LDR zur Messung verwendet. Dabei wenden sie auch ihre Kenntnisse aus der Physik an, die an dieser Stelle vertieft werden.
- wie man aus Datenblättern die wichtigsten Kenngrößen zur Beschreibung der Bauteile erhält und wie man diese dimensioniert

- wie man mit einem solchen Sensor misst, eine Kalibrierkurve aufnimmt und die Messdaten auswertet.
- Grundbegriffe der Optik, wie Transmission, Streuung und Reflexion anwenden.

Projektphase (10 DS)

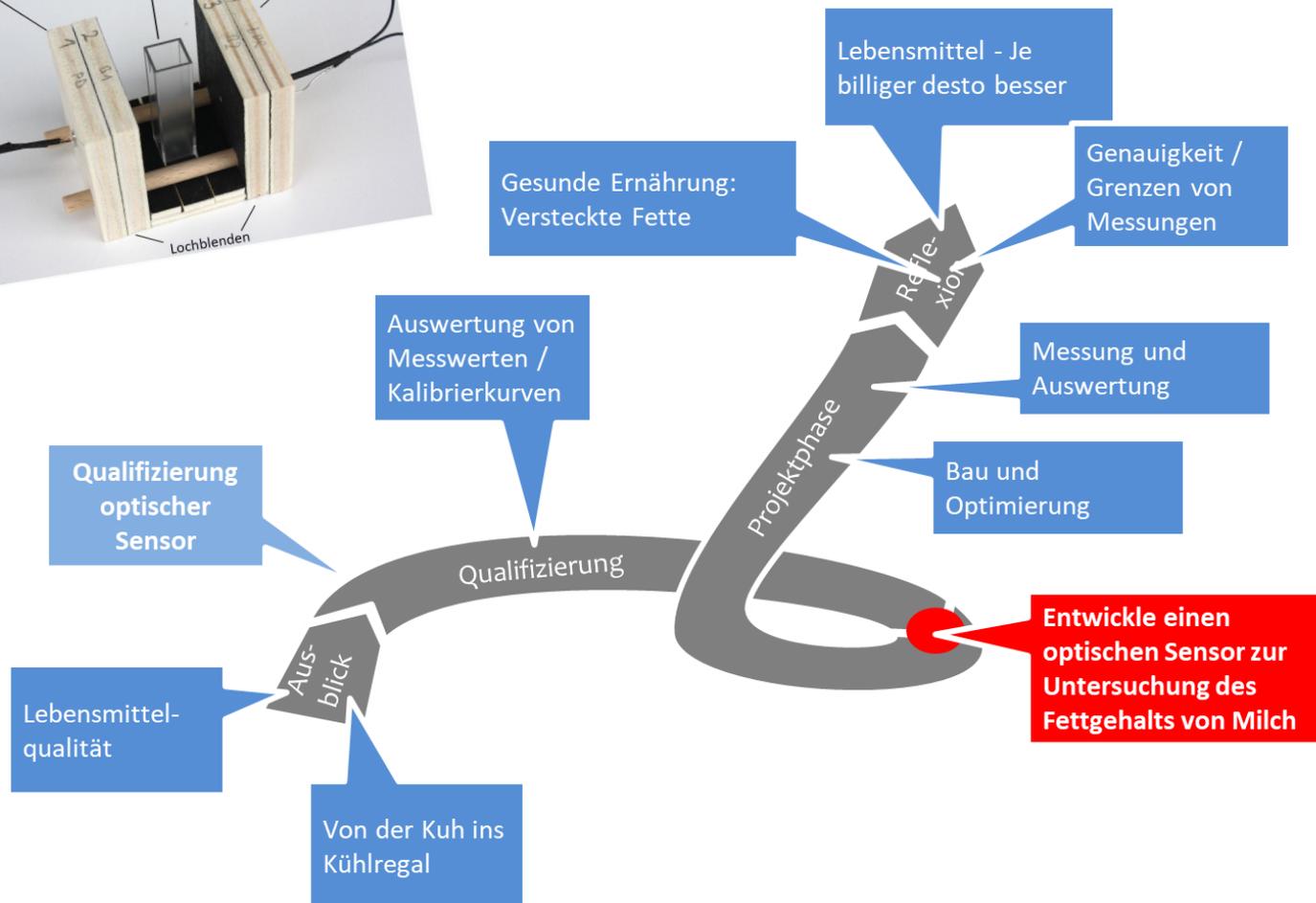
Projektauftrag

Ziel jeder Schülergruppe ist es, ein Fotometer zu entwickeln und herzustellen, mit dem man den Fettgehalt einer unbekanntes Milchprobe bestimmen kann.



Projektphase

Die Schülerinnen und Schüler müssen in der Projektphase ihr erworbenes Wissen anwenden um für ihr Fotometer die richtigen Bauteile auszusuchen und so zu dimensionieren, dass man einen möglichst großen Messbereich erhält. Sie stellen eigene Verdünnungsreihen her, testen diese. Sie machen Messreihen, werten diese mit einer Tabellenkalkulation aus und erstellen eine Kalibrierkurve für ihr Fotometer.



Reflexion (2 DS)

Reflexion der Teamarbeit

Als Teil der Reflexion wird der Prozess der Erarbeitung und Zusammenarbeit betrachtet. Die Schülerinnen und Schüler schreiben dazu Reflexionen als Texte in ihr Heft (z. B. in eine Rubrik Teamarbeit), die später zu einer Gesamtreflexion verschiedener Projekte genutzt werden können.

Gesellschaftliche Dimension

In der Reflexionsphase bieten sich verschiedene Vertiefungen an:

- Genauigkeit der Messung—wie genau können die Fotometer messen und wo sind die Grenzen des Messgerätes. Man kann betrachten, welcher Aufwand betrieben werden muss, um möglichst genaue und möglichst zuverlässige Messwerte zu erhalten. Hier kann nun diskutiert werden, wie der sehr hohe Preis von Sensoren in der Medizintechnik zustande kommt und ob das gerechtfertigt ist.
- Nach der Betrachtung, wieviel Fett in der Milch enthalten ist, kann es sich auch anbieten die Frage zu klären, wo denn noch überall in der Nahrung Fette sind, wo man es nicht vermutet, was diese versteckten Fette für den Körper bedeuten und wie man sie vermeidet.
- Eine weiteres Gebiet, wäre eine Diskussion über moderne Technik in der Nutztierhaltung: Was bedeutet das für die Tiere und welchen Preis sind wir bereit zu bezahlen.

Benötigte Materialien

Für den Aufbau des Fotometers

(1) Sperrholz 8mm; 50mm x 50mm einseitig schwarz lackiert (z. B. Akryllack); 4 Stück

(2) Rundstab Buche; Ø 6mm; ca. 80mm lang; 2 Stück

(3) Sperrholz 4mm, Leisten 12mm breit, einseitig schwarz lackiert; Gesamtlänge 150mm

(4) Sperrholz 4mm; 50mm x 36mm

Für eine Abdeckung aus Sperrholz eventuell weitere Teile.

Für die Schaltung

Folgende Bauteile haben sich bewährt.

Lichtquelle: LED: rot, mit Schutzwiderstand 330 Ω an 9V

Sensor: Fotowiderstand (TraudlRieß Best. Nr. 18.086.0 ; oder Funduino) mit Vergleichwiderstand 40kOhm an 9V-Block.

Eventuell muss der Vergleichswiderstand angepasst werden. Dazu wird sinnvoll ein Potentiometer/Trimmer eingesetzt.

Die einfachen Schaltungen werden mit Mini-Laborsteckboards aufgebaut.

Untersuchung von Substratschichtung

Diese Unterrichtseinheit ist in der Qualifizierung in weiten Teilen identisch zu der Milchuntersuchung und entwickelt dieselben Kompetenzen im Bereich Forschen und Entwickeln. Auch hier wird ein Fotometer gebaut, das den Trübungsgrad einer Lösung bestimmen kann. Zugangsthema ist diesmal jedoch die Reinigung von Wasser. Zu der reinen Messung von Trübungen kommt hier noch die Entwicklung und Konstruktion einer geeigneten „Filteranlage“ hinzu.

Ausblick

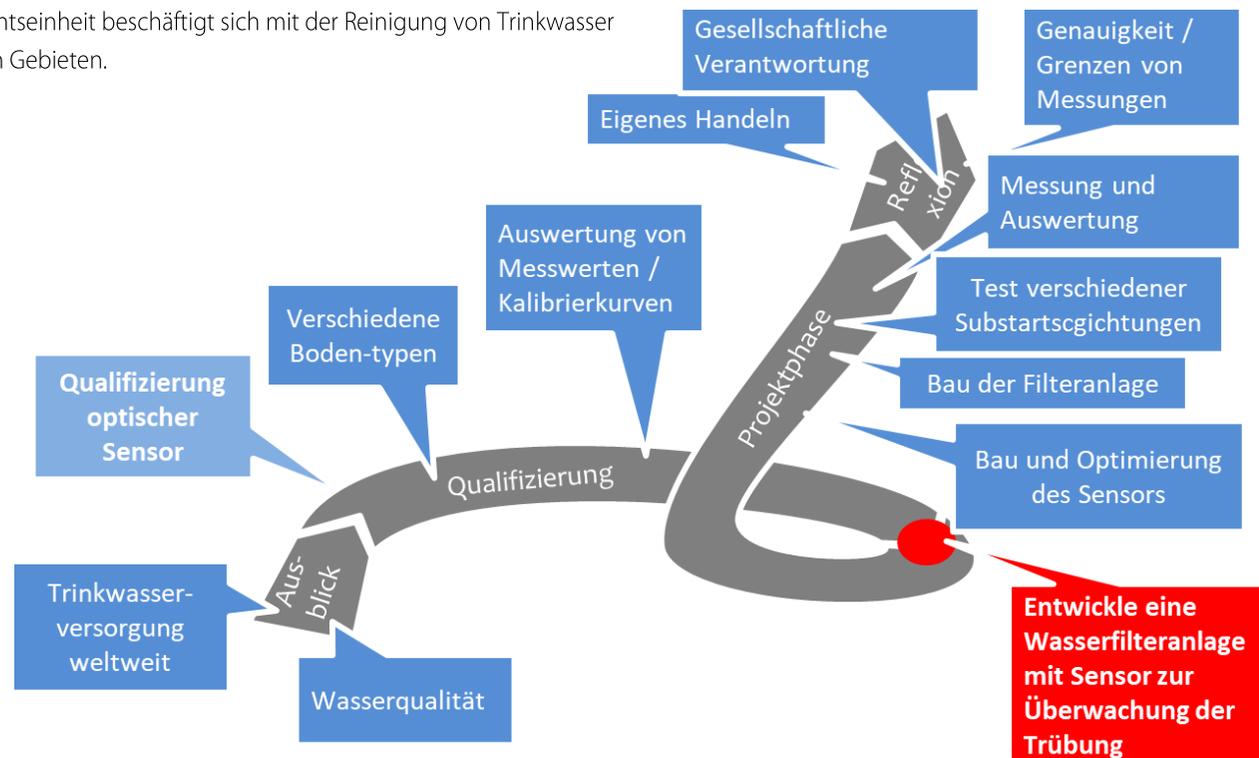
Sauberes Trinkwasser ist eines der wichtigsten Güter überhaupt. Während man sich bei uns in Deutschland kaum Gedanken über die Trinkwasserversorgung macht, gibt es Gebiete, in denen die Versorgung mit sauberem Trinkwasser ein sehr großes Problem darstellt. Dieses Problem wird sich in Zukunft wahrscheinlich noch verschärfen. Diese Unterrichtseinheit beschäftigt sich mit der Reinigung von Trinkwasser in armen Gebieten.

Qualifizierung

Die Qualifizierung zu dieser Unterrichtseinheit umfasst die Qualifizierung zum optischen Sensor, wie sie bereits vorne beschrieben wurde. Hinzu kommen hier noch verschiedene Bodentypen und ihre Eigenschaften. Technisches Arbeiten mit Holz und das Anfertigen von technischen Zeichnungen wird vorausgesetzt.

Projektauftrag

Ziel jeder Schülergruppe ist es, eine Filteranlage zu entwickeln, die mithilfe einer Substratschichtung schlammiges Wasser reinigt. Die Reinigungsleistung soll mit einem optischen Sensor überprüft werden.



Projektphase

Die Schülerinnen und Schüler müssen in der Projektphase auch hier ihr erworbenes Wissen anwenden um für ihr Fotometer die richtigen Bauteile auszusuchen und so zu dimensionieren, dass man einen möglichst großen Messbereich erhält. Der Sensor muss nun für verschiedene Trübungen getestet und kalibriert werden.

Zusätzlich entwickeln die Schülerinnen und Schüler eine Anlage, die man mit verschiedenen Substraten in verschiedenen Schichten befüllen kann. Für diese unterschiedlichen Substratschichtungen wird die Filterleistung untersucht. Gemessen wird die Rest-Trübung des gefilterten Wassers und wieviel Wasser pro Minute filtriert wird.

Die Schülerinnen und Schüler werten ihre Ergebnisse aus, bestimmen die Substratschichtung, die ihnen am geeignetsten erscheint und stellen die Ergebnisse ihren Mitschülern vor.

Reflexion

Neben der typischen Reflexion der Teamarbeit kann hier in der Reflexionsphase die weltweite Verteilung der Wasserreserven und die sich daraus ergebende gesellschaftliche Verantwortung thematisiert werden. Auch Referate zu großtechnischen Lösungen wie Meerwasserentsalzungsanlagen liegen Nahe. Besonders interessant ist auch die Frage nach unserem eigenen Handeln, also unserer eigener Umgang mit Wasser. Dazu gehört auch die Frage, wie sinnvoll ein Wasserimport aus den trockenen Regionen Spaniens nach Deutschland in Form von Tomaten oder Gurken ist.

Untersuchung von Cola

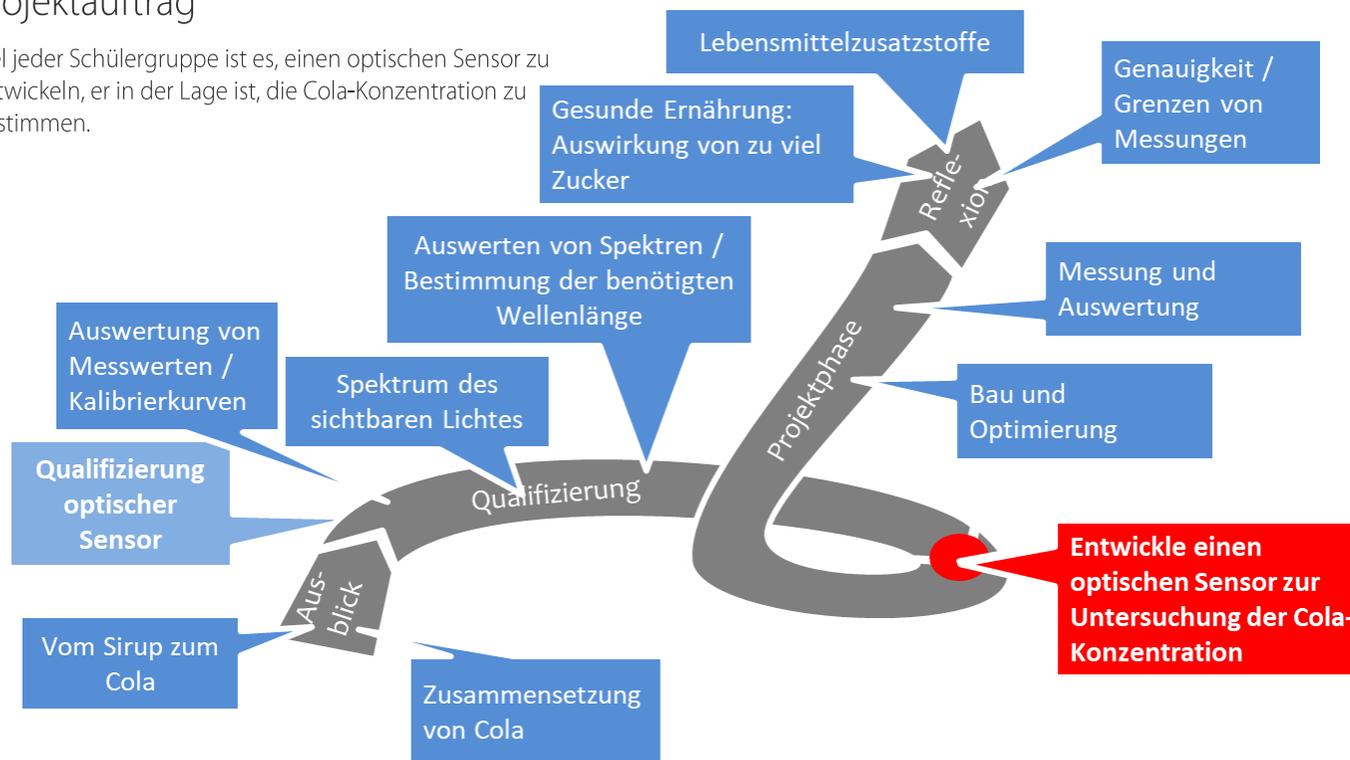
Die Untersuchung von Cola ist eine weitere mögliche thematische Einbindung des optischen Sensors. Hier wird allerdings nicht die Trübung einer Lösung untersucht, sondern die Konzentration eines gelösten Farbstoffes, also die Absorption des Lichtes einer bestimmten Wellenlänge.

Ausblick

Über die Zusammensetzung von Cola gelangt man zu einer typischen Ausschankform in der Gastronomie. Hier wird zur Verringerung von Transportkosten und Lagerkapazität vielfach Cola als Sirup verwendet, der in der Zapfanlage mit Wasser verdünnt und mit Kohlenstoffdioxid versetzt. Ein Restaurant könnte seinen Gewinn steigern, wenn es den Sirup-Anteil am fertigen Getränk verringern würde. Um so etwas aufzudecken benötigt man den Cola-Detektor...

Projektauftrag

Ziel jeder Schülergruppe ist es, einen optischen Sensor zu entwickeln, er in der Lage ist, die Cola-Konzentration zu bestimmen.



Projektphase

Die Projektphase verläuft so wie vorne bei der Untersuchung von Milch beschrieben. Zusätzlich müssen die Schülerinnen und Schüler jedoch noch Spektren von Cola aufnehmen, um sich für eine Farbe der verwendeten LED zu entscheiden.

Reflexion

Neben der Reflexion der Teamarbeit und der Genauigkeit der Messungen kann bei dieser Thematik auch auf Lebensmittelinhaltsstoffe (Nutzen und Gefahren) oder auf den Zuckergehalt von Lebensmitteln und die daraus resultierende Gesundheitsgefährdung eingegangen werden.

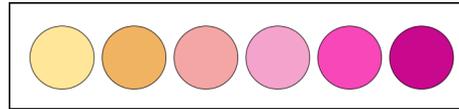
Spektrometer für den Schulbedarf gibt es bei den üblichen Herstellern von Messwerterfassungssystemen wie z.B. Leybold, Vernier etc. Eine günstige Variante aus Karton erhält man z.B. bei Astromedia.

Eine schöne Alternative ist der Selbstbau eines Handy-Spektrometers mit den Schülern. Eine Anleitung hierzu findet man unter:

<https://www.ipp.mpg.de/handyspektrometer>

Untersuchung von Gewässern

Eine schöne Anwendung des optischen Sensors ist die Bestimmung der Schadstoffkonzentration in Gewässern. Übliche Untersuchungs-Kits enthalten Testlösungen, die mit dem betreffenden Schadstoff eine Farbreaktion ergeben. Die Konzentration des gebildeten Farbstoffes ist proportional zur Schadstoffkonzentration. Üblicherweise wird nun die Färbung mit einer Farbvergleichsskala verglichen und so die Schadstoffkonzentration bestimmt. In dieser Unterrichtseinheit soll die Bestimmung der Schadstoffkonzentration elektronisch mit dem Fotometer erfolgen.



Ausblick

Ausgangspunkt der Unterrichtseinheit ist die Wasserqualität. Man kann die Wasserqualität von Gewässern im Hinblick auf die Eignung als Trinkwasser oder als Lebensraum für die Wassertiere untersuchen. Alternativ kann von der Klasse auch die Sensorik für die Aquarien der Schule entwickelt werden.

Projektauftrag

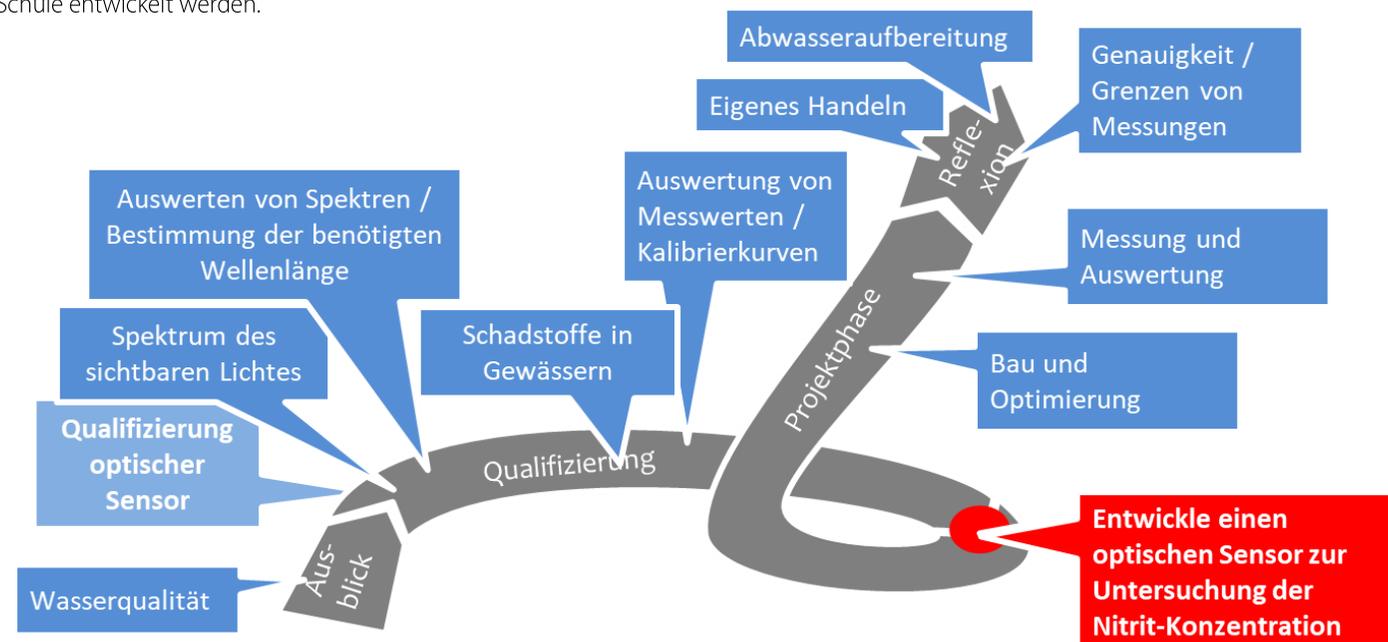
Ziel jeder Schülergruppe ist es, einen optischen Sensor zu entwickeln, er in der Lage ist, die Konzentration eines bestimmten Schadstoffes zu bestimmen.

Projektphase

Die Projektphase verläuft so wie vorne bei der Untersuchung von Cola beschrieben. Zusätzlich müssen die Schülerinnen und Schüler hier Verdünnungsreihen des ausgewählten Schadstoffes herstellen, um ihren Sensor zu kalibrieren.

Reflexion

Neben der Reflexion der Teamarbeit und der Genauigkeit der Messungen kann bei dieser Thematik auch Abwasserreinigung eingegeben werden. Außerdem kann diskutiert werden, welchen Beitrag zur Wasserreinhaltung jeder einzelne leisten kann.



Neutralisationsautomat

Diese Unterrichtseinheit geht noch ein Stück weiter als die vorangegangenen Beispiele. Hier wird mit Hilfe des optischen Sensors der pH-Wert einer Lösung bestimmt. Die Messung erfolgt hier mit einem Microcontroller, der gleichzeitig eine Pumpe steuert. Die Pumpe soll zu einer sauren Lösung, die einen Indikator enthält verdünnte Natronlauge zugeben. Bei Erreichen von pH7 soll die Pumpe stoppen, sodass man eine neutrale Lösung erhält. Diese Unterrichtseinheit ist sehr anspruchsvoll und eignet sich für sehr leistungsstarke Klassen.

Ausblick

Ausgangspunkt kann hier der pH-Wert von Gewässern sein. Eine Übersäuerung von Gewässern schadet den Wasserorganismen und auch der Kläranlage. Im Chemieunterricht fallen im Praktikum öfter saure Abfälle an. Diese sollten neutralisiert werden, bevor man sie im Abguss entsorgt.

Projektauftrag

Ziel jeder Schülergruppe ist es, eine Anlage zu entwickeln, die in der Lage ist, zu einer klaren sauren Lösung solange verdünnte Natronlauge zuzugeben, bis diese neutral ist.

In der Praxis ist es realistisch ein pH-Wert zwischen 5 und 9 zu erreichen.



Projektphase

In der Projektphase müssen sich die Schüler für einen Indikator entscheiden, ihren optischen Sensor auf diesen Indikator hin optimieren (Auswahl einer geeigneten LED...) und diesen so kalibrieren, dass der Sensor pH7 erkennen kann. Sie müssen die Messapparatur gegen die saure Lösung abschirmen und eine Anlage konstruieren, die verdünnte Natronlauge zugibt.

Reflexion

In der Reflexion kann die Wichtigkeit des Gewässerschutzes und Folgerungen für das eigene Handeln thematisiert werden. Auch ein Blick auf großtechnische Anlagen zur Abwasserreinigung lohnenswert.